

## Contenido de humedad, lípidos totales y ácidos grasos del músculo *longissimus* crudo de bovinos en Venezuela

Soján Uzcátegui B., Nelson Huerta-Leidenz, Lilia Arenas de Moreno, Gilberto Colina, Nancy Jerez-Timaure

Universidad del Zulia. Caracas, Venezuela

**RESUMEN.** Grupos de bovinos mestizos para sacrificio (n=145), seleccionados al azar, con predominancia fenotípica lechera (n=14) o cebú (n=131), se clasificaron por edad dentaria (2.5, 3.0, 3.5 y 4.0 años) y según el grado de gordura, descrita en canal por varios criterios, incluyendo la grasa visible intramuscular (marmoleo), para estudiar la variación en contenido de humedad (H), lípidos (L) y de ácidos grasos (AG) en el músculo *longissimus dorsi*, sin cubierta de grasa. Las medias generales y desviaciones estándar (g/100g de tejido fresco) para H y L fueron  $73.9 \pm 1.36$  y  $2.9 \pm 1.04$ , respectivamente. El análisis de varianza por cuadrados mínimos indicó que el perfil de AG fue afectado por edad dentaria, tipo racial, marmoleo, gordura de lomo y acabado general de la canal ( $p < 0.05$ ). Animales de mayor edad (4 años o más), con tendencia a un menor tenor graso (2.72 g/100g) intramuscular, presentaron el mayor índice (2.04) de insaturación (AG insaturados/saturados). El tipo racial tuvo poco efecto sobre el perfil de AG. La comparación de medias cuadráticas mostró concentraciones intramusculares de ácidos mirístico (C14:0) y linoléico (C18:3) mayores ( $p < 0.05$ ) en muestras de mestizos lecheros. Canales con pobre distribución de grasa subcutánea (acabado "en parches") mostraron el índice más alto (0.16) de AG poliinsaturados/saturados en el músculo ( $p < 0.05$ ). Los índices de insaturación para muestras de carnes limpias de grasa con los niveles prevalentes de marmoleo (de 1.76 para el nivel "Trazas" a 1.92 para el nivel "Nada") muestran la predominancia de AG insaturados, en proporción relativamente mayor a la estimada para el mismo corte de carne en los Estados Unidos.

**Palabras clave:** Ácidos grasos, carne, tipo racial, *longissimus*, bovino.

**SUMMARY.** Moisture, total lipids and fatty acids in raw *longissimus* muscle from Venezuelan cattle. Randomly selected groups of slaughter cattle, crossbreeds of dairy (n=14) and zebu (n=131) types were classified by age (2.5, 3.0, 3.5 and 4.0 yr., estimated by dentition), and carcass fatness (as described by different criterion, including marbling levels) to study variation in moisture (M), lipid (L), and fatty acid (FA) contents (g/100g of fresh tissue) of *longissimus* muscle trimmed to zero fat cover. Overall means  $\pm$  standard deviations per 100 g of raw product for M and L were  $73.9 \pm 1.36$  and  $2.9 \pm 1.04$ , respectively. Analyses of variance by the least squares (LS) method showed age, breed type, marbling, backfat thickness and carcass finish affected ( $p < 0.05$ ) fatty acid (FA) profiles. The oldest cattle group (4 yr. or older) trended to present a lower intramuscular lipid content (2.72 g/100g) and showed the highest (2.04) unsaturation (unsaturated/saturated FA) index ( $p < 0.05$ ). Breed type had little effect on the FA profile. Comparison of LS means showed intramuscular concentrations of myristic and linolenic acids were slightly higher in samples from dairy types ( $p < 0.05$ ). Carcasses with poor, "patch-like" fat distribution, showed muscles with the highest (0.16) polyunsaturated/saturated FA index ( $p < 0.05$ ). Unsaturation indexes for trimmed beef samples with the prevailing marbling levels (1.76 for "Traces" to 1.92 for "Devoid") show a clear predominance of unsaturates, relatively larger than that estimated from compositional FA data reported for the same cut in the United States.

**Key words:** Fatty acid, meat, beef, breed types, *longissimus*.

### INTRODUCCION

La carne de res representa una fuente importante de lípidos, vitaminas, minerales y proteínas de alta calidad. Sin embargo, la probable implicación de las grasas animales en los desórdenes cardiovasculares, ha contribuido a la disminución del consumo de carne en las últimas décadas (1).

La connotación negativa de "grasa saturada" para el tejido adiposo bovino luce infundada porque ninguna grasa natural se encuentra completamente saturada y no todos los ácidos grasos saturados parecen tener el mismo efecto fisiológico en los humanos (1). Las recomendaciones dietéticas para la salud pública en países desarrollados, se fundamentan en el perfil

nutritivo de los alimentos, dado a conocer por manuales oficiales reconocidos (2), con base en investigaciones autóctonas. Cuando las investigaciones reportan los ácidos grasos en áreas porcentuales (un perfil "normalizado" expresando el porcentaje individual de cada ácido graso con respecto al total de ácidos grasos determinados) o por 100 g de lípidos en el alimento, estas cifras se convierten en porcentaje en peso (g/100 g) del alimento crudo o cocido, para su utilización con fines nutricionales (2).

La literatura consultada (3,4), afirma que, factores tales como la raza, la alimentación, la disposición particular de los lípidos en los diferentes músculos y en los depósitos corporales, el sexo y la edad del vacuno, hacen variar, en mayor o

menor grado, el perfil de ácidos grasos. De hecho, estos factores difieren entre los sistemas de producción del trópico con aquellos de otras latitudes; y por ende, deben existir diferentes patrones de saturación de ácidos grasos para animales de diferentes ecosistemas.

A la fecha, el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela (INN) no ha dado a conocer la caracterización del perfil de ácidos grasos de la carne de res (5). Ante éste vacío de información, se recurre a datos de composición lipídica de carne producida en otros países, especialmente Norteamérica (6).

Muchas veces, debido a malas interpretaciones (p. ej., perfiles gravimétricos vs. perfiles "normalizados"), datos empíricos o conocimientos basados en datos extranjeros, se recomienda eliminar la carne de la dieta de individuos que luchan por disminuir los riesgos de enfermedades cardiovasculares.

Considerando lo anterior, este estudio se trazó los siguientes objetivos: a) examinar la variación en la composición de la grasa intramuscular debida a la tipología racial de ganado vacuno venezolano, b) estudiar el efecto que ejerce la edad y el grado de gordura del vacuno, sobre la composición de los ácidos grasos del músculo *longissimus dorsi*, y c) generar información en cuanto al perfil gravimétrico (g/100g de músculo fresco) de ácidos grasos de la carne de res, limpia de grasa, de uso práctico para los profesionales de la salud, comparando valores con los del mismo corte, según la literatura oficial norteamericana.

## MATERIALES Y METODOS

### Epocas de muestreo, procedencia y características de los animales

La muestra de animales estuvo representada por un total de 145 ejemplares beneficiados durante el año 1993 en el Matadero Industrial Centro-Occidental, ubicado en Barquisimeto, Estado Lara. Los animales se escogieron al azar de lotes con características de conformación aceptables para carne de consumo directo; por lo tanto, se excluyeron animales muy flacos y/o de edades extremas, de uso industrial.

La matanza siguió los procedimientos normales y comprendió dos períodos del año. El primero incluyó los meses de Marzo (n=53), Abril (n=23), Mayo (n=35) y Junio (n=20). El segundo incluyó los meses de Septiembre (n=8) y Octubre (n=6). Estos períodos permiten representar tanto la época seca como la lluviosa, y por tanto, la oferta anual diversificada de ganado venezolano.

Por su ubicación, el matadero recibe animales de importantes regiones de producción ganadera del país. En esta muestra están representadas las regiones (y los estados) siguientes: Región Centro-Occidental (estados Falcón, Lara y Yaracuy), Región Andina (estados Táchira, Mérida y Trujillo), Región Zuliana (estado Zulia) y Región de los Llanos (estados Portuguesa, Barinas y Apure). La muestra de ganado puede,

entonces, considerarse representativa de las principales zonas agro-ecológicas y los sistemas de producción imperantes (sistemas de producción de carne y de doble propósito) con la siguiente distribución: Región Centro-Occidental (n=33), Región Andina (n=36), Región Zuliana (n=46) y Región de Los Llanos (n=30).

Para estudiar el efecto de tipo racial se identificaron 131 mestizos de cebú (predominio fenotípico de razas cebuñas) y 14 mestizos de razas lecheras (predominio de Holstein, Pardo-suizo o mestizos Doble Propósito en base cebú). Por no contar con registros de edad de los animales, ésta se estimó por la erupción y rasamiento de los incisivos (7), clasificándolos en cuatro grupos (2.5, 3.0, 3.5 y 4.0 años o más) de edad.

### Recolección y clasificación de las muestras de carne

Luego de 48 horas postmortem, se realizó la evaluación de la canal en el matadero, para determinar la madurez fisiológica y el estado de gordura corporal. La madurez fisiológica fue determinada por el grado de osificación del esqueleto, el color y la textura muscular, siguiendo las normas y procedimientos pertinentes (8).

El estado de gordura o engrasamiento corporal se estableció a través de dos métodos, uno de carácter objetivo y otro de carácter subjetivo. El primer método, consistió en la medición del espesor de grasa subcutánea del lomo (gordura en el lomo), con una regla metálica milimetrada, a nivel del 12° espacio intercostal, sobre el área del músculo *longissimus* (8). Para convertir el espesor de grasa en una variable discreta (cualitativa) los animales se agruparon utilizando rangos de cm de grasa en el lomo, quedando las muestras descritas como: extramagras (0.0 a 0.3 cm), magras (0.4 a 0.7 cm) y gordas (0.8 a 1.9 cm). El segundo método para determinar gordura, consistió en la apreciación y cualificación por técnicos entrenados, de la distribución o acabado de grasa de cobertura de la canal (acabado), utilizando una escala de cuatro niveles: 1= Uniforme; 2= Desuniforme; 3= En parches; 4= Desprovisto. De manera similar, se determinó el nivel de engrasamiento muscular por el grado de veteado o cantidad de grasa visible (conocido como marmoleo o marmorización) en el músculo *longissimus* (8). El nivel de marmoleo fue descrito, con el auxilio de patrones fotográficos a color, en las escalas de Trazas (n=56), Prácticamente desprovisto (n=34) y Nada (n=55).

Cabe mencionar que de un total de 148 inicialmente considerados para el estudio, apenas tres animales alcanzaron los niveles de marmoleo descritos como cantidades Ligeras o Pequeñas. Por su incidencia prácticamente nula, estos tres animales fuera de serie, se descartaron del estudio para contar con ejemplares mas representativos (n=145) de la oferta de reses venezolanas. La clasificación oficial de canales (8) permitió segregar la muestra de animales en las categorías de consumo directo AA (n=25), A (n=43), B (n=71) y C (n=6). cuyas proporciones en la muestra siguen la tendencia de la oferta nacional.

Después de la evaluación de la canal, se procedió al desposte de la misma, retirando dos lonjas de carne de 2.5 cm de espesor del solomo de cuerito grueso en su porción caudal, con un peso individual que varió entre 217 y 380 g; las lonjas se empacaron al vacío y se congelaron a una temperatura de -22°C. Aproximadamente, a los siete días de almacenamiento (en congelación), las lonjas se enviaron en una cava con hielo seco, al Laboratorio del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia en Maracaibo, donde se almacenaron congeladas a -20°C hasta su preparación para el análisis de ácidos grasos.

#### Determinación de humedad y lípidos totales

Previo a los análisis, al músculo *longissimus* crudo, se le retiró totalmente el tejido adiposo circundante subcutáneo e intermuscular. Seguidamente, la carne magra fue molida en un procesador de alimentos (Picatodo Moulinex®). La humedad fue determinada por triplicado por el método de la AOAC en una estufa a 105°C (9). Duplicados de 10.0 g de muestra se mezclaron con 250 ml de una solución de cloroformo-metanol (2:1 vol/vol), en un homogeneizador (Virtis® Modelo 27625) por tres min, para obtener un extracto lipídico, siguiendo el procedimiento de Folch et al. (10). Este extracto se almacenó a -20°C en tubos de ensayo de 50 ml con sobretapa de teflón.

Para la determinación de los lípidos totales, se utilizaron vasos de precipitado de 25 ml, limpios y secos, que fueron previamente colocados en un horno a 100°C durante una hora y luego se dejaron enfriar en un desecador. Duplicados de 10.0 ml del extracto lipídico se trasvasaron a los vasos de precipitado previamente pesados, que posteriormente se colocaron sobre una bandeja, cubiertos con un pedazo de gasa y se dejaron en la campana de extracción por un lapso de 24-36 h hasta la evaporación completa del solvente. Luego, los vasos de precipitado fueron colocados en un horno a 100°C por 1-2 h y posteriormente se dejaron enfriar en un desecador y se controlaron hasta alcanzar peso constante. El contenido de lípidos totales se determinó gravimétricamente.

#### Determinación cromatográfica del perfil de ácidos grasos

Una alícuota del extracto lipídico, correspondiente a aproximadamente 25 mg de lípidos totales del músculo *longissimus* se evaporó (N-Evap Organomation®) bajo corriente de nitrógeno a temperatura constante de 40°C. Las muestras se saponificaron con 2 ml de hidróxido de potasio 0.5 N, en metanol, en un baño de agua a 70°C, durante 15 min, precisando que los tubos que contenían las muestras no estuvieran completamente sellados. La metilación de los ácidos grasos se realizó con trifluoruro de boro al 14% en metanol, en baño de agua, durante 30 min (11). Después que las muestras se enfriaron, se les añadió 4 ml de agua destilada y 8 ml de hexano, se agitaron y se extrajo la capa superior de la mezcla. Se les añadió 800 mg de sulfato sódico anhidro y se mezclaron. Cada muestra se mezcló con 5 mg del estándar interno (margarato de metilo, C17:0).

Los ésteres metálicos de los ácidos grasos (EMAG) en 2 µL de hexano se inyectaron en un cromatógrafo de gases Perkin Elmer modelo Autosystem, con detector de ionización de llama; equipado con una columna capilar de sílica fundida (SP<sup>TM</sup> - 2380) marca Supelco® de 30 m x 0.25 mm de diámetro interno (12). La temperatura del puerto de inyección y del detector fue de 220°C. En el horno se estableció un programa de temperatura (Sampugna et al., comunicación personal), comenzando con 156°C, 1.6°C/min hasta 195°C; seguido de 1.4°C/min hasta alcanzar 181°C. El flujo del gas de arrastre (nitrógeno) fue de 80 psi de salida.

El sistema de cromatografía gas líquido se calibró con una mezcla de patrones de referencia comercial marca Alltech Associates, de ácidos grasos purificados de 5 mg/ml, compuesta de C14:0, C14:1, C15:0, C16:0, C16:1, C17:0 (estándar interno), C18:0, C18:1 cis, C18:1 trans, C18:2, C18:3, C20:0, C20:4, C22:6, que fueron previamente metilados (11). La identificación de los ácidos grasos se realizó mediante la comparación de los tiempos de elución de los picos de EMAG de la muestra, con los de la mezcla patrón.

Para la cuantificación de los EMAG se utilizó el estándar interno (C17:0). Los cromatogramas de los ésteres metálicos de una mezcla patrón se utilizaron para obtener factores de respuesta. Los factores de respuesta se incorporaron a la ecuación diseñada para cuantificar los EMAG de la muestra (13). El cálculo permitió que se expresaran en gramos de ácidos grasos individuales derivados de triacilgliceroles y fosfolípidos, por cada 100 gramos de tejido fresco.

#### Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con desbalance en el número de animales por celda.

Se efectuó un Análisis de Varianza (ANOVA), por cuadrados mínimos, para determinar los efectos de las variables independientes sobre el perfil de ácidos grasos. Cuando las pruebas ANOVA resultaron significativas para los efectos principales (P<0.05), se efectuaron las pruebas de separación de medias mínimo cuadráticas (14).

#### Modelo lineal

$$Y_{ijklmn} = \mu + \text{Edad}_i + \text{Tipo racial}_j + \text{Gordura en el lomo}_k + \text{Acabado}_l + \text{Marmoleo}_m + \text{Madurez}_n + E_{ijklmn}$$

donde,

Y = es la observación de las variables ácidos grasos individuales, AGS, AGI, AGMI, AGPI, AGI/AGS, AGMI/AGS, AGPI/AGS.

µ = es la media general.

Edad = efecto de la i - ésima edad (2.5, 3.0, 3.5, 4.0).

Tipo racial = efecto de la j - ésima tipo racial (mestizo lechero, mestizo cebú).

Gordura en el lomo = efecto de la k - ésima gordura en el lomo (extramagra, magra, gorda).

Acabado = efecto del l - ésimo acabado (uniforme, desuniforme, en parches).

Marmoleo = efecto del m - éximo nivel de marmoleo (trazas, prácticamente desprovisto y nada).

Madurez = efecto de la n - éxima madurez (A,B).

Eijklnm = efecto asociado al error experimental.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Humedad y lípidos totales de la muestra

En la Tabla 1 se exhiben las medias generales (no ajustadas por mínimos cuadrados) y su desviación estándar para las variables dependientes. El valor medio para el contenido de humedad (73.9 g/100g) se aproxima al reportado por el INN (75.1g/100g) para la carne magra de solomo y se encuentra dentro del rango de valores presentados para otros cortes por autores venezolanos (15).

TABLA 1  
Estadísticos descriptivos de la muestra

Variable dependiente <sup>a</sup>	Media±DS <sup>b</sup>	CV
Humedad	73.86±1.36	1.59
Lípidos totales	2.90±1.040	35.84
C14:0	0.076±0.039	51.94
C14:1	0.043±0.026	60.73
C15:0	0.010±0.060	66.46
C16:0	0.593±0.251	42.32
C16:1	0.109±0.067	61.96
C18:0	0.310±0.124	40.05
C18:1 cis	0.054±0.391	39.58
C18:1 trans	0.547±0.210	38.40
C18:2	0.084±0.033	39.71
C18:3	0.007±0.008	100.74
C20:0	0.008±0.021	240.46
C20:4	0.016±0.010	68.37
C22:6	0.027±0.011	43.70
Total AGS	1.081±0.041	38.66
Total AGI	1.822±0.650	35.72
Total AGMI	1.688±0.614	36.39
Total AGPI	0.134±0.046	34.42
AGI/AGS	1.790±0.535	28.59
AGMI/AGS	1.653±0.492	102.34
AGPI/AGS	0.136±0.055	112.89

<sup>a</sup> Los valores absolutos para humedad, lípidos totales y ácidos grasos se expresan en g/100 g de tejido muscular fresco

<sup>b</sup> Media = Medias generales no ajustadas por cuadrados mínimos ± Desviación estándar.

CV= Coeficiente de variación.

AGS= Acidos grasos saturados.

AGI= Acidos grasos insaturados.

AGMI= Acidos grasos monoinsaturados.

AGPI= Acidos grasos poliinsaturados.

En cuanto al contenido de lípidos para muestras de solomos de cuerito recolectados en abastos de la ciudad de Caracas

durante dos años, Reyes y Bosch (16) reportan un valor medio de 2.4 g de lípidos en 100g de carne cruda, valor muy semejante al valor medio (2.9 g/100g) descrito en Tabla 1. Sin embargo, según la fuente oficial (5) el contenido de lípidos (0.6 g/100g) es casi cinco veces menor al observado aquí y cuatro veces menor al reportado por Reyes y Bosch (16) para este mismo corte.

Por su parte, Araujo de Vizcarrondo et al. (15) reportan concentraciones de lípidos que fluctúan entre 1.62% y 5.15% para cortes de res recolectados en supermercados de Venezuela, que, según la nomenclatura norteamericana utilizada en ese estudio (15) serían cortes distintos al "solomo de cuerito". Sin embargo, en los estudios venezolanos previos (15,16) no se describe si las muestras fueron despojadas de su cubierta de grasa.

En general, los valores para el tenor graso medio del músculo *longissimus* de los animales venezolanos, tienden a ser menores al observado en los Estados Unidos para el mismo músculo sin cubierta de grasa (rib, small end No. 13135), en el nivel de corte mas comparable con el nuestro, según la Tabla A3 del manual de composición de la carne (2) publicado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Esta fuente (2) refiere que, la concentración de los lípidos totales, ponderando todas las clases de carnes (de consumo directo) según su cuota en el mercado norteamericano, alcanza en promedio 7.3 g/100 g, es decir, el doble de la cantidad encontrada (3.37 g/100g) para el máximo nivel prevalente de marmoleo ("Trazas") en nuestro estudio, y doce veces la cantidad reportada por la tabla de composición del Instituto Nacional de Nutrición (5). Esta diferencia apreciable en tenor graso con la carne producida en Norteamérica, se puede atribuir al contraste de genética, alimentación y manejo de las reses, que en el caso norteamericano son, en su mayoría, de predominio *Bos taurus*, especie vacuna con mayor predisposición a acumular grasas intramusculares que la de tipos cebuínos (*Bos indicus*) (4,17), sobre todo en condiciones de ceba intensiva a corral con dietas basadas en cereales, una práctica corriente en los Estados Unidos (18).

En la Tabla 2 se presentan las medias ajustadas por mínimos cuadrados (cuadráticas) con su error estándar, para la humedad y los lípidos totales intramusculares según la edad, tipo racial, niveles de marmoleo, gordura en el lomo, acabado y madurez fisiológica.

El análisis de varianza sólo detectó la variación en humedad ( $p < 0.0001$ ) debida al tipo racial (presentando los mestizos lecheros 1.49 g menos de humedad por 100 g de tejido fresco). Estadísticamente, ningún factor afectó el contenido de lípidos intramusculares (Tabla 2) y esto era de esperarse porque, al retirar, para efectos de análisis químico, las grasas subcutánea e intermuscular envolventes del músculo, se eliminan prácticamente, la mayoría de las fuentes probables de variación, sobre todo, los índices de gordura visible.

**TABLA 2**  
Medias cuadráticas  $\pm$  error estándar para el contenido de lípidos totales y humedad en músculo *longissimus* de bovinos, según distintas variables

Variables	Lípidos totales <sup>b</sup>	Humedad <sup>b</sup>
<b>Edad dentaria</b>		
2.5	3.20 $\pm$ 0.262	73.23 $\pm$ 0.289
3.0	3.20 $\pm$ 0.245	73.35 $\pm$ 0.266
3.5	3.22 $\pm$ 0.232	72.92 $\pm$ 0.261
4.0	2.72 $\pm$ 0.284	73.09 $\pm$ 0.313
<b>Tipo racial</b>		
Mestizos lecheros	3.22 $\pm$ 0.304	72.40 $\pm$ 0.337c
Mestizos cebú	3.34 $\pm$ 0.151	73.90 $\pm$ 0.165d
<b>Nivel de marmoleo</b>		
Trazas	3.37 $\pm$ 0.210	72.89 $\pm$ 0.237
Prácticamente desprovisto	3.02 $\pm$ 0.252	73.46 $\pm$ 0.284
Nada	2.88 $\pm$ 0.232	73.10 $\pm$ 0.259
<b>Gordura en el lomo</b>		
Extramagra	3.02 $\pm$ 0.224	73.15 $\pm$ 0.244
Magra	3.26 $\pm$ 0.310	73.29 $\pm$ 0.252
Gorda	3.25 $\pm$ 0.235	73.01 $\pm$ 0.347
<b>Acabado</b>		
Uniforme	3.20 $\pm$ 0.202	73.06 $\pm$ 0.222
Desuniforme	3.12 $\pm$ 0.216	73.28 $\pm$ 0.244
En parches	2.89 $\pm$ 0.325	73.09 $\pm$ 0.367
<b>Madurez fisiológica</b>		
A	3.12 $\pm$ 0.201	73.29 $\pm$ 0.219
B	3.02 $\pm$ 0.222	73.00 $\pm$ 0.244

<sup>a</sup> El análisis de varianza no detectó variación alguna ( $p > .005$ ) en el contenido de lípidos totales.

<sup>b</sup> Los valores absolutos para humedad y lípidos totales se expresan en g/100 g de tejido muscular fresco.

<sup>c,d</sup> Medias cuadráticas en la columna de humedad con letras distintas difieren ( $p < 0.05$ ).

Es de mencionar que la preparación de la muestra mediante el retiro intencional de la cubierta de grasa responde a una realidad del mercado nacional donde la limpieza del corte de carne es una práctica de carnicería habitual, o exigida por los consumidores. Entrevistas de grupos (Consejo Venezolano de la Carne, datos no publicados) también señalan la demanda, menos frecuente, de dejar a las carnes con su cubierta original de grasa; sobre todo, cuando se trata de asado con brasas (a la parrilla), en cuyo caso, el sebo generalmente es retirado del corte antes de su consumo.

### Tendencias generales en el perfil gravimétrico de los ácidos grasos

En general, los valores gravimétricos para el total de ácidos grasos en las muestras, están por debajo de la literatura norteamericana consultada (2) debido a las concentraciones relativamente bajas, ya discutidas, de los lípidos totales en la carne venezolana. Los valores calculados según la Tabla A3 del USDA (2), sumando las concentraciones promedio de los

principales ácidos grasos saturados (C14:0, C16:0 y C18:0), monoinsaturados (C16:1, C18:1), y poliinsaturados (C18:2, C18:3, C20:4) son, respectivamente, 2.84, 3.12 y 0.24 g/100g de carne magra separable del solomo ( $n=35$ ). Tomando como base las cifras anteriores, las sumas para la concentración de los mismos grupos de ácidos saturados, monoinsaturados (incluyendo ambos isómeros del C18:1) y poliinsaturados, para la muestra de reses venezolanas (Tabla 1), son evidentemente menores (0.98, 0.71, y 0.11 g/100g, respectivamente), lo cual se discutirá con más detalle al observar los efectos del marmoleo.

Valores relativamente más altos para los mismos ácidos grasos en carne vacuna cruda reportados por otros autores (15) en Venezuela son incomparables a los nuestros, ya que comprenden cortes distintos al solomo. Además, los valores promedio expresados por Araujo de Vizcarrondo et al. (15) como ésteres metálicos (saturados: 50.94; monoinsaturados: 43.71; poliinsaturados: 4.87) por 100 g de muestras recolectadas en supermercados de Venezuela, lucen anómalos según la literatura consultada de cantidades absolutas en g por 100 g de alimento (2,13) y reflejan, en cambio, el porcentaje individual de cada ácido graso del total de ácidos grasos determinados o del total de lípidos extraídos. Por su parte, también Reyes y Bosch (16) reportan valores porcentuales de AG con respecto a la cantidad total de lípidos extraídos de diferentes muestras de carnes (descartando en algunas muestras la fracción de fosfolípidos y considerando solamente triacilglicérol). Cálculos propios a partir de esta fuente (16) para lípidos del solomo de cuerito arrojan los siguientes valores porcentuales: saturados: 46.2, monoinsaturados: 48.5, y poliinsaturados: 5.4. Obviamente, estas cifras derivadas de Reyes y Bosch (16) tampoco reflejan los valores que se esperan para valores absolutos de AG por 100g de carne cruda (2,13).

Por la literatura consultada, nuestro reporte sería el primero en Venezuela que considera la composición en peso de AG, respecto a la cantidad de carne a consumir (g/100 g de producto crudo), la manera más útil de expresar los datos de ácidos grasos con propósitos nutricionales (13).

### Efecto de la edad dentaria

En la Tabla 3 se presentan las medias cuadráticas de los ácidos grasos para las diferentes edades dentarias de los animales estudiados. Los resultados demuestran que la edad dentaria hizo variar los contenidos de C14:0, C20:0 y las relaciones AGI/AGS y AGPI/AGS ( $p < 0.05$ ). Los músculos de los animales más jóvenes presentaron la mayor ( $p < 0.05$ ) concentración de C20:0. La variación ( $p < 0.05$ ) de la concentración de C14:0 en el tejido muscular, no mostró una disposición definida según la edad dentaria. Tampoco hubo tendencias definidas para los índices de insaturación.

La variación sin tendencias en la proporción de mirístico (C14:0) con la edad del vacuno, ha sido previamente señalada (20).

Aunque en nuestro caso, los valores del índice de

insaturación (AGI/AGS) no sugieren un gradiente, de la menor a la mayor edad (Tabla 3), el grupo de animales con edad mas avanzada (4.0 años o más), exhibió el mayor ( $p<0.05$ ) contenido de AGI en relación con el total de AGS, siendo los AGS prácticamente duplicados por los AGI.

TABLA 3  
Medias cuadráticas  $\pm$  error estándar para los valores de ácidos grasos de acuerdo a la edad dentaría

Acido graso g/100g	Edad dentaría (años)			
	2.5 (n=34)	3.0 (n=44)	3.5 (n=45)	4.0 (n= 22)
C14:0	0.10 $\pm$ 0.009a	0.09 $\pm$ 0.009ab	0.10 $\pm$ 0.008a	0.07 $\pm$ 0.010b
C14:1	0.04 $\pm$ 0.006	0.05 $\pm$ 0.006	0.04 $\pm$ 0.006	0.03 $\pm$ 0.007
C15:0	0.09 $\pm$ 0.014	0.10 $\pm$ 0.013	0.08 $\pm$ 0.013	0.07 $\pm$ 0.021
C16:0	0.68 $\pm$ 0.061	0.60 $\pm$ 0.057	0.66 $\pm$ 0.061	0.52 $\pm$ 0.072
C16:1	0.11 $\pm$ 0.017	0.12 $\pm$ 0.015	0.11 $\pm$ 0.015	0.15 $\pm$ 0.020
C18:0	0.34 $\pm$ 0.030	0.33 $\pm$ 0.031	0.34 $\pm$ 0.028	0.29 $\pm$ 0.033
C18:1 cis	1.10 $\pm$ 0.161	1.09 $\pm$ 0.089	1.09 $\pm$ 0.093	1.10 $\pm$ 0.104
C18:1 trans	0.58 $\pm$ 0.051	0.60 $\pm$ 0.048	0.61 $\pm$ 0.047	0.51 $\pm$ 0.056
C18:2	0.09 $\pm$ 0.008	0.09 $\pm$ 0.007	0.11 $\pm$ 0.007	0.09 $\pm$ 0.009
C18:3	0.009 $\pm$ 0.002	0.01 $\pm$ 0.002	0.008 $\pm$ 0.002	0.01 $\pm$ 0.002
C20:0	0.02 $\pm$ 0.005a	0.004 $\pm$ 0.005b	0.002 $\pm$ 0.005b	0.0006 $\pm$ 0.005b
C20:4	0.01 $\pm$ 0.003	0.02 $\pm$ 0.003	0.02 $\pm$ 0.002	0.02 $\pm$ 0.003
C22:6	0.03 $\pm$ 0.003	0.03 $\pm$ 0.003	0.03 $\pm$ 0.003	0.03 $\pm$ 0.003
Total AGS	1.22 $\pm$ 0.102	1.14 $\pm$ 0.094	1.20 $\pm$ 0.093	0.95 $\pm$ 0.111
Total AGI	1.98 $\pm$ 0.160	2.01 $\pm$ 0.153	2.01 $\pm$ 0.153	1.81 $\pm$ 0.174
Total AGMI	1.83 $\pm$ 0.150	2.00 $\pm$ 0.140	1.87 $\pm$ 0.141	1.62 $\pm$ 0.164
Total AGPI	0.14 $\pm$ 0.011	0.15 $\pm$ 0.010	0.15 $\pm$ 0.010	0.14 $\pm$ 0.012
AGI/AGS	1.67 $\pm$ 0.131b	1.89 $\pm$ 0.121b	1.68 $\pm$ 0.125b	2.04 $\pm$ 0.143a
AGMI/AGS	1.55 $\pm$ 0.12	1.75 $\pm$ 0.111	1.55 $\pm$ 0.110	1.86 $\pm$ 0.131
AGPI/AGS	0.11 $\pm$ 0.013b	0.14 $\pm$ 0.012b	0.13 $\pm$ 0.012b	0.17 $\pm$ 0.014a

a,b Medias cuadráticas con letras distintas en una misma hilera son diferentes ( $p<0.05$ ).

AGS: Acidos grasos saturados.

AGI: Acidos grasos insaturados.

AGMI: Acidos grasos monoinsaturados.

AGPI: Acidos grasos poliinsaturados.

Trabajando con reses en Estados Unidos, Huerta-Leidenz et al. (19) detectaron con datos normalizados (áreas porcentuales), un incremento de AGI (C18:1 y C18:2) en tejido adiposo subcutáneo a medida que los animales avanzaban en edad cronológica. Otros trabajos norteamericanos, con datos expresados en porcentajes del peso total de ácidos grasos (20) o en moles % (21) también han observado un ligero incremento con la edad en la proporción de C18:1 en lípidos intramusculares de vacuno.

Aún con las referencias que apoyan la mayor insaturación en tejidos adiposos de animales relativamente mas viejos (19), se advierte que la agrupación por edad en nuestro estudio se basó en una cronología estimada (por dentición). Por otra parte, es producto de una selección al azar, sin control de otros factores biológicos de variación (sexo, alimentación, etc.) como sucede en otros estudios (19,21).

La tendencia a cantidades menores de lípidos intramusculares en el grupo de 4 años o más (Tabla 3), puede

explicar el contenido relativamente mayor de AGPI, probablemente derivados de los fosfolípidos, cuya proporción se incrementa en músculos de alta magrez (20,22).

No es de extrañar, que en estudios mas controlados (animales de igual sexo, raza, alimentación, manejo, etc.), los animales de mayor edad tengan depósitos intramusculares más abundantes de grasa y en esas condiciones, los hallazgos con datos gravimétricos, difieren de los nuestros.

#### Efecto del tipo racial

El efecto de la predominancia racial fenotípica sobre el perfil de los ácidos grasos puede observarse en la Tabla 4. El *longissimus* de los mestizos lecheros mostró apenas 0.03 g/100g más de C14:0 y 0.003 g/100g más de C18:3, que los mestizos cebú. La escasa diferencia en las concentraciones musculares de C14:0 y C18:3 a favor de los mestizos lecheros tiene significación estadística ( $p<0.05$ ), a pesar de que los músculos de estos animales presentan una cantidad de lípidos totales que tiende a ser inferior a la observada para mestizos cebú (Tabla 2). El resto de los ácidos grasos y el total de AGS, AGI, AGMI, AGPI y las relaciones de AGI/AGS, AGMI/AGS y AGPI/AGS no fueron afectados por el tipo racial.

TABLA 4  
Medias cuadráticas  $\pm$  error estándar para los valores de ácidos grasos de acuerdo al tipo racial

Acido graso (g/100g)	Tipo racial		Valor p
	Mestizo cebú (n=131)	Mestizo lechero (n=14)	
C14:0	0.07 $\pm$ 0.005	0.10 $\pm$ 0.011	0.004
C14:1	0.04 $\pm$ 0.003	0.04 $\pm$ 0.007	NS
C15:0	0.08 $\pm$ 0.008	0.08 $\pm$ 0.018	NS
C16:0	0.58 $\pm$ 0.035	0.65 $\pm$ 0.073	NS
C16:1	0.12 $\pm$ 0.009	0.13 $\pm$ 0.020	NS
C18:0	0.32 $\pm$ 0.017	0.33 $\pm$ 0.036	NS
C18:1 cis	1.00 $\pm$ 0.055	1.13 $\pm$ 0.114	NS
C18:1 trans	0.57 $\pm$ 0.030	0.57 $\pm$ 0.061	NS
C18:2	0.09 $\pm$ 0.005	0.10 $\pm$ 0.009	NS
C18:3	0.007 $\pm$ 0.001	0.01 $\pm$ 0.002	0.02
C20:0	0.007 $\pm$ 0.003	0.005 $\pm$ 0.006	NS
C20:4	0.02 $\pm$ 0.002	0.02 $\pm$ 0.003	NS
C22:6	0.03 $\pm$ 0.001	0.03 $\pm$ 0.004	NS
Total AGS	1.10 $\pm$ 0.060	1.18 $\pm$ 0.122	NS
Total AGI	1.86 $\pm$ 0.091	2.02 $\pm$ 0.190	NS
Total AGMI	1.72 $\pm$ 0.087	1.87 $\pm$ 0.190	NS
Total AGPI	0.13 $\pm$ 0.006	0.15 $\pm$ 0.013	NS
AGI/AGS	1.86 $\pm$ 0.075	1.77 $\pm$ 0.157	NS
AGMI/AGS	1.72 $\pm$ 0.069	1.64 $\pm$ 0.144	NS
AGPI/AGS	0.14 $\pm$ 0.007	0.13 $\pm$ 0.016	NS

AGS: total de ácidos grasos saturados.

AGI: total de ácidos grasos insaturados.

AGMI: total de ácidos grasos monoinsaturados.

AGPI: total de ácidos grasos poliinsaturados.

NS: diferencias no significativas ( $p > 0.05$ ).

Los perfiles muy similares de los tipos raciales venezolanos bajo estudio pueden deberse a la existencia de una base genética común (la especie *Bos indicus*) pese a la caracterización por predominio fenotípico de los animales. Los mestizos lecheros en Venezuela tienen una influencia importante de genes del cebú (*Bos indicus*), derivada de cruzamientos dirigidos a una mayor adaptación al trópico. En otros estudios extranjeros se han reportado diferencias de composición lipídica más marcadas entre sexos (20-22) que entre razas puras y/o cruces (19, 22).

**Efecto del nivel de marmoleo**

El análisis de varianza reveló efecto significativo del nivel de marmoleo sobre el perfil de ácidos grasos ( $p < 0.05$ ). La concentración de ácidos grasos sigue la tendencia creciente del contenido de lípidos totales con la marmorización (Tabla 2) y al llegar al nivel descrito como Trazas, se dan tenores más altos ( $p < 0.05$ ) de C18:1 trans, C18:2, C20:0, total de AGS, AGI y AGPI (Tabla 5).

**TABLA 5**  
Medias cuadráticas  $\pm$  error estándar para los valores de ácidos grasos de acuerdo al nivel de marmoleo

Acido graso g/100g	Nivel de marmoleo		
	Trazas (n=56)	Prácticamente desprovisto (n=34)	Nada (n=55)
C14:0	0.100 $\pm$ 0.008	0.09 $\pm$ 0.009	0.08 $\pm$ 0.008
C14:1	0.05 $\pm$ 0.005	0.04 $\pm$ 0.006	0.04 $\pm$ 0.006
C15:0	0.10 $\pm$ 0.012	0.07 $\pm$ 0.014	0.08 $\pm$ 0.013
C16:0	0.68 $\pm$ 0.050	0.62 $\pm$ 0.06	0.56 $\pm$ 0.050
C16:1	0.12 $\pm$ 0.013	0.13 $\pm$ 0.016	0.12 $\pm$ 0.015
C18:0	0.36 $\pm$ 0.025	0.32 $\pm$ 0.030	0.30 $\pm$ 0.027
C18:1 cis	1.13 $\pm$ 0.081	1.06 $\pm$ 0.094	1.00 $\pm$ 0.087
C18:1 trans	0.64 $\pm$ 0.042 <sup>a</sup>	0.53 $\pm$ 0.051 <sup>b</sup>	0.53 $\pm$ 0.046 <sup>b</sup>
C18:2	0.100 $\pm$ 0.007 <sup>a</sup>	0.089 $\pm$ 0.008 <sup>b</sup>	0.085 $\pm$ 0.008 <sup>b</sup>
C18:3	0.01 $\pm$ 0.002	0.01 $\pm$ 0.001	0.007 $\pm$ 0.001
C20:0	0.01 $\pm$ 0.004 <sup>a</sup>	0.002 $\pm$ 0.005 <sup>b</sup>	0.001 $\pm$ 0.005 <sup>b</sup>
C20:4	0.02 $\pm$ 0.002	0.02 $\pm$ 0.002	0.02 $\pm$ 0.002
C22:6	0.03 $\pm$ 0.002	0.03 $\pm$ 0.003	0.03 $\pm$ 0.003
Total AGS	1.26 $\pm$ 0.084 <sup>a</sup>	1.10 $\pm$ 0.101 <sup>ab</sup>	1.02 $\pm$ 0.093 <sup>b</sup>
Total AGI	2.11 $\pm$ 0.131 <sup>a</sup>	1.91 $\pm$ 0.158 <sup>b</sup>	1.81 $\pm$ 0.145 <sup>b</sup>
Total AGMI	1.95 $\pm$ 0.124	1.76 $\pm$ 0.150	1.67 $\pm$ 0.141
Total AGPI	0.16 $\pm$ 0.009 <sup>a</sup>	0.14 $\pm$ 0.011 <sup>ab</sup>	0.13 $\pm$ 0.010 <sup>b</sup>
AGI/AGS	1.76 $\pm$ 0.113	1.78 $\pm$ 0.138	1.92 $\pm$ 0.124
AGMI/AGS	1.62 $\pm$ 0.111	1.64 $\pm$ 0.125	1.78 $\pm$ 0.111
AGPI/AGS	0.14 $\pm$ 0.011	0.14 $\pm$ 0.013	0.14 $\pm$ 0.012
C18:1 cis/ C18:1 trans	1.76 $\pm$ 0.102	2.00 $\pm$ 0.072	1.88 $\pm$ 0.11

<sup>a,b</sup> Medias cuadráticas con letras distintas en una misma hilera son diferentes ( $p < 0.05$ ).

AGS: total de ácidos grasos saturados.

AGI: total de ácidos grasos insaturados.

AGMI: total de ácidos grasos monoinsaturados.

AGPI: total de ácidos grasos poliinsaturados.

Estos resultados no son comparables con la literatura disponible ya que los trabajos previos (22, 24, 25) se refieren

a valores porcentuales (perfil normalizado de AG) o a coeficientes de correlación para explicar el efecto de la marmorización. Con datos porcentuales también se ha señalado (24, 25) que con niveles crecientes de marmorización, respuesta típica a la ceba intensiva a base de cereales, se eleva la proporción de C18:1 (sin distinguir isómeros). Sin embargo, la tendencia es inversa para los AGPI (24,25). El incremento porcentual de los AGPI al disminuir el marmoleo se explica porque a medida que se reducen los depósitos de grasa intramuscular, la relación triacilglicerol:fosfolípidos disminuye concomitantemente (20,22).

Tendencias dispares entre estudios también pueden deberse a las diferencias en el rango de marmoleo considerado. Por observaciones propias, el marmoleo es escaso y varía muy poco en reses venezolanas, lo cual se corrobora con la variación insignificante ( $p > 0.05$ ) de los lípidos intramusculares (Tabla 2). En cambio, el mismo varía en cantidades apreciables en la carne norteamericana porque se constituye en el factor determinante de la calidad de la carne, al atribuirle efectos benéficos sobre el aroma, la jugosidad y la terneza (26). Así, la clasificación de la carne por calidad mejora a medida que aumenta el nivel de marmoleo visto por los clasificadores norteamericanos a nivel del *longissimus* (26).

Los niveles deficitarios de marmoleo prevalentes en esta muestra de reses venezolanas (de "Nada" a "Trazas") se explican por la genética (animales acebuados) (17,19) y el sistema de alimentación (pastos y forrajes) imperante (17). A estos contrastes se les pueden atribuir las diferencias con muestras representativas de la carne norteamericana (2).

Sumando el contenido de los principales ácidos grasos saturados (C14:0, C16:0, C18:0), monoinsaturados (C16:1, C18:1 cis y trans) y poliinsaturados (C18:2, C18:3, C20:4) de la carne de solomos venezolanos con el nivel prevalente más alto de marmoleo ("Trazas"), se obtienen valores (no descritos en tablas) de 1.14, 1.89 y 0.13 g/100g, respectivamente. Estos valores constituyen, respectivamente, el 40.1%, 60.6% y 54.2%, de las concentraciones calculadas a partir de la Tabla A3 del USDA para el mismo corte de carne (2).

Mediante los valores del índice de insaturación (AGI/AGS) (Tabla 5), se demuestra que el contenido total de ácidos grasos insaturados (AGI) en la carne de solomo venezolana tiende a duplicar al de los saturados (AGS), al fluctuar el índice de insaturación, de manera no significativa, de 1.76 para el nivel "Trazas" a 1.92 para el nivel "Nada" de marmoleo.

Cálculos propios del índice de insaturación a partir de la Tabla A3 para solomos en Estados Unidos (2) revela que la relación AGI/AGS tiende a una paridad (1.2 veces el contenido de saturados) en la carne norteamericana.

El índice de insaturación, como criterio nutricional, no toma en cuenta que una parte apreciable de las llamadas "grasas saturadas" presentes en la carne de res está representada por el esteárico (aproximadamente una tercera parte de los AGS con los niveles prevalentes de marmoleo en la muestra) cuya ingesta ha sido sugerida como neutral o bene-

ficiosa en eso de afectar el nivel de colesterol sanguíneo en humanos (1).

Discusión especial requiere la detección del C18:1 trans (elaídico) en todas las muestras de *longissimus*, con mayor concentración (0.64 g/100g) en el máximo nivel de marmoleo ( $p < 0.05$ ). Se calculó además (cifras no presentadas en la Tabla 4) que en las muestras de carne con marmoleo en los niveles de Trazas, Prácticamente desprovisto y Nada, el elaídico constituyó, respectivamente, 32.8%, 30.1% y 31.7%, del total de AGMI.

Los ácidos elaídico y vaccénico (éste último, no considerado en el estudio) son los AG trans predominantes en la grasa de la carne de rumiantes producidos por hidrogenación de linoleico y linoléico en el rumen (27). Algunos autores, convencidos de que los AG trans constituyen un riesgo para la salud (elevando el colesterol de las LDL y HDL en humanos, al sustituir los AGI cis), han sugerido que su contenido se declare en las etiquetas de los productos alimenticios (28) pero otros autores y algunas organizaciones prestigiosas, aún manifiestan dudas acerca de sus efectos adversos sobre la salud y la necesidad de su declaración (29-31).

No se encontraron trabajos que reporten el contenido de elaídico en carne de res, para Venezuela u otros países sudamericanos, lo que hace presumir que éste es el primer informe al respecto.

#### Efecto del nivel de gordura en el lomo

En la Tabla 6 se observa un efecto marginal de los rangos de engrasamiento exterior en el lomo, sobre el perfil de los ácidos grasos. La poca respuesta se atribuye, al retiro de grasa envolvente del *longissimus*.

Vale mencionar que, el espesor de la cubierta de grasa subcutánea (a retirar) del lomo de las canales utilizadas, derivadas de animales bien conformados, en 137 de las 145 muestras estudiadas, fue inferior a 1 cm, lo cual evidencia canales relativamente magras, representativas de la oferta venezolana. Por contraste, en novillos Angus x Hereford alimentados con concentrados en los Estados Unidos, el espesor de grasa a este mismo nivel es más variable y puede fluctuar de 0.3 a más de 2.0 cm según el tiempo de ceba (0 a 196 días) (18).

El único efecto significativo de la gordura en el lomo se observó sobre el ácido docosahecanoico (C22:6). Por muy pequeña magnitud (1 centésima de g) los animales de lomos con la menor cubierta de grasa (canales extramagras), presentaron el contenido promedio más bajo ( $p < 0.05$ ) de C22:6 en el *longissimus*. Al presumir un mayor contenido de fosfolípidos en solomos de canales extramagras, este hallazgo se torna aparentemente contrario a lo esperado según Eichhorn et al. (23) quienes señalaron la presencia de C22:6 en la fracción polar (fosfolípidos) del músculo tríceps braquial.

La diferencia en concentración de C22:6 detectada en nuestro estudio, por su escasa magnitud, no debería tomarse como una contradicción a los hallazgos de Eichhorn et al. (23).

El hecho de no hallar trabajos que reporten el contenido

gravimétrico del C22:6 en *longissimus* de vacuno no permite hacer mayores inferencias al respecto.

TABLA 6

Medias cuadráticas  $\pm$  error estándar para los valores de ácidos grasos de acuerdo al nivel de gordura en el lomo

Acido graso g/100g	Clasificación por niveles de gordura en el lomo <sup>a</sup>		
	Extramagra (n=72)	Magra (n=26)	Gorda (n=47)
C14:0	0.08 $\pm$ 0.008	0.09 $\pm$ 0.008	0.10 $\pm$ 0.011
C14:1	0.04 $\pm$ 0.005	0.04 $\pm$ 0.005	0.04 $\pm$ 0.007
C15:0	0.09 $\pm$ 0.012	0.09 $\pm$ 0.013	0.07 $\pm$ 0.018
C16:0	0.54 $\pm$ 0.052	0.65 $\pm$ 0.054	0.65 $\pm$ 0.074
C16:1	0.11 $\pm$ 0.014	0.15 $\pm$ 0.014	0.11 $\pm$ 0.020
C18:0	0.28 $\pm$ 0.031	0.34 $\pm$ 0.027	0.35 $\pm$ 0.036
C18:1 cis	0.93 $\pm$ 0.082	1.13 $\pm$ 0.085	1.12 $\pm$ 0.115
C18:1 trans	0.49 $\pm$ 0.044	0.58 $\pm$ 0.045	0.64 $\pm$ 0.062
C18:2	0.08 $\pm$ 0.007	0.09 $\pm$ 0.007	0.10 $\pm$ 0.009
C18:3	0.01 $\pm$ 0.002	0.01 $\pm$ 0.001	0.008 $\pm$ 0.002
C20:0	0.005 $\pm$ 0.004	0.01 $\pm$ 0.004	0.0006 $\pm$ 0.006
C20:4	0.02 $\pm$ 0.002	0.02 $\pm$ 0.002	0.02 $\pm$ 0.003
C22:6	0.02 $\pm$ 0.003 <sup>b</sup>	0.03 $\pm$ 0.003 <sup>c</sup>	0.03 $\pm$ 0.004 <sup>c</sup>
Total AGS	1.00 $\pm$ 0.088	1.20 $\pm$ 0.091	1.19 $\pm$ 0.123
Total AGI	1.70 $\pm$ 0.137	2.05 $\pm$ 0.142	2.08 $\pm$ 0.192
Total AGMI	1.57 $\pm$ 0.129	1.90 $\pm$ 0.134	1.92 $\pm$ 0.181
Total AGPI	0.12 $\pm$ 0.009	0.15 $\pm$ 0.010	0.15 $\pm$ 0.013
AGI/AGS	1.79 $\pm$ 0.112	1.86 $\pm$ 0.111	1.80 $\pm$ 0.164
AGMI/AGS	1.65 $\pm$ 0.103	1.72 $\pm$ 0.111	1.72 $\pm$ 0.145
AGPI/AGS	0.14 $\pm$ 0.011	0.14 $\pm$ 0.012	0.14 $\pm$ 0.012

<sup>a</sup> Clasificación basada en el espesor de grasa subcutánea sobre el solomo (*longissimus*); Extramagra: 0.1 a 0.3 cm.; Magra: 0.4 a 0.7 cm.; Gorda: 0.8 a 1.9 cm.

<sup>b,c</sup> Medias cuadráticas con letras distintas en una misma hilera son diferentes ( $p < 0.05$ ).

AGS: total de ácidos grasos saturados.

AGI: total de ácidos grasos insaturados.

AGMI: total de ácidos grasos monoinsaturados.

AGPI: total de ácidos grasos poliinsaturados.

#### Efecto del acabado de la canal

La Tabla 7 muestra el perfil gravimétrico de los ácidos grasos de acuerdo a los índices de acabado de la canal de los animales evaluados. Por el criterio de exclusión de animales muy flacos de la muestra, no hubo canales del nivel 4 (desprovistos de acabado). Los animales que presentaron una cobertura de grasa distribuida de manera "uniforme" o "desuniforme" en la canal, mostraron menos AGPI con relación al total de AGS en el *longissimus* ( $p < 0.05$ ) que los animales con grasa de cobertura distribuida más irregularmente ("en parches"). Estos resultados coinciden con la tendencia señalada por otras fuentes (22,23) en el sentido que animales con menos grasa de cobertura, presentan, por lo general, más cantidad de músculo magro, y por tanto, más AGPI constituyentes de los fosfolípidos de membrana. Para estos autores (22,23) las diferencias de

composición de ácidos grasos observadas entre tipos raciales, y sexos del vacuno, responden al efecto que los factores intrínsecos ejercen sobre la relación triacilglicerol: fosfolípidos a nivel intramuscular (un reflejo de la razón grasa:músculo en la canal) y no a diferencias supuestas de composición para el mismo lípido.

TABLA 7

Medias cuadráticas  $\pm$  error estándar para los valores de ácidos grasos de acuerdo a al acabado de la canal<sup>a</sup>

Acido graso g/100g	Índice de acabado <sup>a</sup>		
	Uniforme (n=69)	Desuniforme (n=58)	En parches (n=18)
C14:0	0.09 $\pm$ 0.007	0.08 $\pm$ 0.008	0.09 $\pm$ 0.012
C14:1	0.04 $\pm$ 0.005	0.03 $\pm$ 0.005	0.04 $\pm$ 0.008
C15:0	0.09 $\pm$ 0.011	0.07 $\pm$ 0.012	0.08 $\pm$ 0.018
C16:0	0.67 $\pm$ 0.048	0.65 $\pm$ 0.052	0.52 $\pm$ 0.075
C16:1	0.12 $\pm$ 0.013	0.11 $\pm$ 0.014	0.14 $\pm$ 0.021
C18:0	0.33 $\pm$ 0.024	0.33 $\pm$ 0.025	0.30 $\pm$ 0.038
C18:1 cis	1.12 $\pm$ 0.075	1.08 $\pm$ 0.081	0.97 $\pm$ 0.122
C18:1 trans	0.56 $\pm$ 0.040	0.58 $\pm$ 0.043	0.56 $\pm$ 0.065
C18:2	0.09 $\pm$ 0.006	0.09 $\pm$ 0.006	0.08 $\pm$ 0.010
C18:3	0.01 $\pm$ 0.001	0.008 $\pm$ 0.001	0.008 $\pm$ 0.002
C20:0	0.007 $\pm$ 0.004	0.005 $\pm$ 0.004	0.005 $\pm$ 0.006
C20:4	0.02 $\pm$ 0.002	0.01 $\pm$ 0.002	0.01 $\pm$ 0.003
C22:6	0.02 $\pm$ 0.002	0.02 $\pm$ 0.002	0.03 $\pm$ 0.003
Total AGS	1.21 $\pm$ 0.081	1.16 $\pm$ 0.086	1.01 $\pm$ 0.130
Total AGI	1.99 $\pm$ 0.126	1.96 $\pm$ 0.135	1.87 $\pm$ 0.203
Total AGMI	1.85 $\pm$ 0.119	1.81 $\pm$ 0.127	1.72 $\pm$ 0.192
Total AGPI	0.14 $\pm$ 0.008	0.14 $\pm$ 0.009	0.14 $\pm$ 0.014
AGI/AGS	1.75 $\pm$ 0.103	1.68 $\pm$ 0.111	2.03 $\pm$ 0.173
AGMI/AGS	1.61 $\pm$ 0.167	1.55 $\pm$ 0.102	1.87 $\pm$ 0.154
AGPI/AGS	0.13 $\pm$ 0.010 <sup>c</sup>	0.12 $\pm$ 0.011 <sup>c</sup>	0.16 $\pm$ 0.017 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Clasificación basada en el Decreto N°181.

<sup>b,c</sup> Medias cuadráticas con letras diferentes en una misma hilera son diferentes ( $p < 0.05$ ).

AGS: total de ácidos grasos saturados.

AGI: total de ácidos grasos insaturados.

AGMI: total de ácidos grasos monoinsaturados.

AGPI: total de ácidos grasos poliinsaturados.

## CONCLUSIONES

La concentración de ácidos grasos en la carne, por la naturaleza de su expresión en términos absolutos (g/100g de tejido muscular), sigue las tendencias observadas en las variaciones ( $p > 0.05$ ) de contenido lipídico intramuscular.

Dado que el tenor graso visible de la canal (grado de gordura) se puede ver afectado por factores, tanto intrínsecos (edad, tipo racial, etc.) como extrínsecos (tiempo y grado de engorde), los factores en estudio afectan, mediante el grado de gordura, el contenido de ácidos grasos en el músculo *longissimus*, aún con el retiro de grasa envolvente del mismo.

Sorprende que la expresión gravimétrica (g/100 g de tejido

muscular fresco), a pesar de su importancia práctica para informar a los profesionales de la salud, sea poco utilizada en la literatura para discernir sobre la composición de ácidos grasos de la carne y sus implicaciones nutricionales.

El contraste con datos gravimétricos comparables, como los que presentan las tablas oficiales de composición de nutrientes de los Estados Unidos, permite concluir que, en general, la carne de solomo, limpia de grasa, producida en el trópico venezolano, por su bajo y poco variable tenor graso, muestra, relativamente, un contenido mas bajo de ácidos grasos saturados y un mayor índice de insaturación.

El predominio de ácidos grasos insaturados en el músculo *longissimus* (probablemente debido al retiro de la grasa envolvente), descalifica la expresión "grasas saturadas" cuando se trate de lípidos constituyentes de carnes vacunas de alta magrez, como las descritas en este estudio.

## AGRADECIMIENTO

Se agradece a la administración de becas Cochran del United States Department of Agriculture (USDA) por facilitar el entrenamiento de la Profesora Lilia A. de Moreno en el laboratorio del Lipid Nutritional Biochemistry Group de la Universidad de Maryland en las técnicas de determinación de ácidos grasos, aprobadas para el manual de composición de alimentos del USDA. Al Dr. Steve Smith, del Animal Science Department de Texas A&M University, y a los Drs. Joseph Sampugna, Beverly Teter, y Michael K. Wong de la University of Maryland por el suministro de los procedimientos por escrito, para la determinación de ácidos grasos; sin que esto represente un aval institucional o personal al presente trabajo. Al personal del Matadero Industrial Centro-Occidental C.A., Laboratorio del Instituto Investigaciones Agronómicas y del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria, por el aporte técnico brindado durante la fase experimental. A la Profesora Nola Fernández, de la Facultad de Ingeniería de LUZ, por la colaboración prestada al facilitar el equipo de cromatografía y finalmente, al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES-LUZ) por el co-financiamiento del presente estudio.

## REFERENCIAS

1. Smith DR. Lipid composition of red meat & factors that influence risk for coronary heart disease. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 1993; 10 Suppl 1:24-28.
2. United States Department of Agriculture. Human Nutrition Information Service. Agriculture Handbook Number 8-13. Composition of Foods: Beef products. Raw-Processed Prepared. Washington D.C: USDA, 1990.
3. Marchello JA, Dryden FD, Ray DE. Variation in the lipid content and fatty acid composition of three bovine muscle as affected by different methods of extraction. J Anim Sci 1968; 27(5):1233-1238.

4. Huerta-Leidenz NO, Cross HR, Lunt DK, Pelton LS, Savell JW, Smith SB. Growth carcass traits and fatty acid profiles of adipose tissues from steers fed whole cottonseed. *J Anim Sci* 1991; 69: 3665-3672.
5. Instituto Nacional de Nutrición. Tabla de composición de los alimentos para uso práctico. Pub. No. 50 (Serie cuadernos azules). Revisión 1994. Caracas: INN, 1994.
6. 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)* 1993; 10 Suppl 1:9-28.
7. St. Clair LE. Teeth. In: Getty R, editor. *Sissons and Grossman's The Anatomy of the Domestic Animals*. Philadelphia: Saunders. 5th ed. 1975:866-872.
8. Decreto Presidencial N° 181: Gaceta Oficial de la República de Venezuela. N° 35-486. 1994.
9. Association of Official Analytical Chemists, "Official Methods of Analysis", 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, Section 960.39, 1990.
10. Folch J, Lees M, Sloane Stanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J Biol Chem* 1957; 226:497-509.
11. Morrison WR, Smith LM. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethyl acetals from lipids with boron fluoride-methanol. *J Lipid Res*.1964; 5:600-608.
12. Sampugna J, Wong MK. Moisture, total lipids, fatty acids and cholesterol in raw ground turkey. *J Agric Food Chem*.1993;41(8):1229-1231.
13. Slover HT, Lañza E. Quantitative analysis of food fatty acids by capillary gas chromatography. *J Amer Oil Chem Soc* 1979; 56:933-943.
14. S.A.S. User's Guide: Statistics. Statistical Analysis System Institute, Inc. Cary, NC. 1985.
15. Araujo de Vizcarrondo C, Carrillo de Padilla F, Martín GE. Fatty acid composition of beef, pork and poultry fresh cuts, and some of their processed products. *Arch Latinoam Nutr* 1998;48: 354-358.
16. Reyes O, Bosch V. Determinación de ácidos grasos en alimentos de mayor consumo en Venezuela mediante cromatografía en fase gas-líquido. *Acta Cient Ven* 1982;33:453-458.
17. Byers FM, Cross HR, Schelling GT. Integrated nutrition, genetics, and growth management programs for lean beef production. In: National Research Council. Board on Agriculture. Committee on technological options to improve the nutritional attributes of animal products. *Designing Foods. Animal Product Options in the Marketplace*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1988:383-291.
18. Duckett SK, Wagner DG, Yates LD, Dolezal HG, May SG. Effects of time on feed on beef nutrient composition. *J Anim Sci* 1993;71:2079-2088.
19. Huerta-Leidenz NO, Cross HR, Savell JW, Lunt DK, Baker JF, Smith SB. Fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from male calves at different stages of growth. *J Anim Sci* 1996;74:1256-1264.
20. Link BA, Bray RW, Cassens RG, Kauffman, RG. Fatty acid composition of bovine skeletal muscle lipids during growth. *J Anim Sci* 1970;30:722-731.
21. Clemens E, Vincent A, Mandigo R, Woods W. Fatty acid composition of bulls and steers as influenced by age and dietary energy level. *J Anim Sci* 1973;37:1326.
22. Eichhorn JM, Coleman LJ, Wakayama EJ, Blomquist GJ, Baile CM, Jenkins TG. Effects of breed type and restricted vs. ad libitum feeding on fatty acid composition and cholesterol content of muscle and adipose tissue from mature bovine females. *J Anim Sci* 1986;63:781-793.
23. Eichhorn JM, Bailey CM, Blomquist GJ. Fatty acid composition of muscle and adipose tissue from crossbred bulls and steers. *J Anim Sci* 1985;61:892-904.
24. Waldman RC, Suess GG, Brungardt VH. Fatty acids of certain bovine tissue and their association with growth, carcass and palatability traits. *J Anim Sci* 1968;27:632-635.
25. Wooten RA, Dryden FD, Marchello JA. Influence of marbling, fatty acids profiles, display temperature and time upon the shelf life of beef rib steaks. *J Food Sci* 1974;39:1132-1135.
26. Savell JW, Cross HR. The role of fat in the palatability of beef, pork, and lamb. In: National Research Council. Board on Agriculture. Committee on technological options to improve the nutritional attributes of animal products. *Designing Foods. Animal Product Options in the Marketplace*. Washington, D.C.: National Academy Press.1988:345-355.
27. Sommenfeld M. Trans unsaturated fatty acids in natural products and processed foods. *Prog Lipid Res*.1983; 22(3):221-233.
28. Zock PL, Katan MB. Trans fatty acids, lipoproteins, and coronary risk. *Can J Physiol Pharmacol* 1997;75 (3):221-216.
29. Pfalzgraf A, Timm M, Steinhart H. Content of trans-fatty acids in food. *Z. Ernährungswiss*. 1994; 33(1):24-43.
30. Katan MB, Zock PL, Mensink RP. Trans fatty acids and their effect on lipoproteins in humans. *Ann Rev Nutr* 1995;15:473-493.
31. Mensink RP, Katan MB. Trans monounsaturated fatty acids in nutrition and their impact on serum lipoprotein levels in man. *Prog Lipid Res* 1993;32:111-122.

Recibido:20-04-1998

Aceptado:04-03-1999