

ARTÍCULO TÉCNICO

Rodrigo Efrén Vásquez<sup>1</sup>, Beatriz Abadía<sup>2</sup>,  
Luis Carlos Arreaza<sup>3</sup>, Hugo Humberto  
Ballesteros<sup>4</sup> y César Andrés Muñoz<sup>5</sup>

ABSTRACT

**Meat quality associated factors. Part II: Fatty acids profile of beef in 40 cattle enterprises of the Caribbean and mid-Magdalena regions of Colombia**

The profile of five fatty acids in samples of *Longissimus dorsi* muscle tissue was evaluated on 120 bovine animals from 40 meat enterprises producing high quality carcasses in lowland tropical areas declared free of hoof-and-mouth disease by vaccination. Regarding the profile of long chain fatty acids it was found that the general average of ether extract was 7.41 ± 3.61% with a high cv (48.8%). Additionally, for this variable were established differences (P< 0.001) due to forage type, feed supplement, type of breed and meat enterprise. Similarly, there were differences (P< 0.005) in regard to the effect of gender, carcass classification, and use of hormones. For total fatty acids an average of 58.11 ± 8.44% was found, distributed with mean values for saturated fatty acids of 30.61 ± 4.96% and for unsaturated fatty acids of 27.49 ± 4.23 %, of which 22.87 ± 4.04% is composed of monounsaturated fatty acids and 4.61 ± 0.79% of polyunsaturated fatty acids. Ether extract values were higher with the Brangus breed (17,68 ± 3,75%) followed by Zebú x *Bos taurus* and Zebú Brahman crosses with values of 7,51 ± 4,76 and 7,30 ± 5,07%, respectively. The pure Romosinuano racial type and the crosses of Zebú x Brown Swiss and Zebu x Romosinuano showed the lowest values for this variable.

Key words: fatty acids, beef, fat, omega 3, omega 6.

Recibido: agosto 17 de 2007  
Aceptado: diciembre 7 de 2007

1. Investigador profesional asociado, Grupo de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología Animal (categoría A de COLCIENCIAS), Centro de Investigación Tibaitatá (Mosquera, Cundinamarca). CORPOICA. e-mail: rvasquez@corpoica.org.co
2. Investigadora master principal, Programa Nacional de Nutrición Animal, Centro de Investigación Tibaitatá (Mosquera, Cundinamarca), CORPOICA. e-mail: babadia@corpoica.org.co
3. Investigador profesional asociado, Programa Nacional de Nutrición Animal, Centro de Investigación Tibaitatá (Mosquera, Cundinamarca), CORPOICA. e-mail: larreaza@corpoica.org.co
4. Investigador, Grupo de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología Animal (categoría A de COLCIENCIAS), CORPOICA. Centro de Investigación Tibaitatá (Mosquera, Cundinamarca). e-mail: hballesteros@corpoica.org.co
5. Médico Veterinario Zootecnista. Investigador y asistente técnico particular. e-mail: camomvz@hotmail.com

## Factores asociados con la calidad de la carne. II parte: perfil de ácidos grasos de la carne bovina en 40 empresas ganaderas de la región Caribe y el Magdalena Medio

RESUMEN

Se evaluó el perfil de cinco ácidos grasos en muestras del músculo *Longissimus dorsi* de 120 bovinos provenientes de 40 empresas ganaderas de trópico bajo, ubicadas en zonas declaradas libres de aftosa por vacunación y productoras de canales de alta calidad. Respecto del perfil de ácidos grasos de cadena larga se encontró que el promedio general del extracto etéreo fue de 7,41 ± 3,61% con un cv alto (48,80%); además, para esta variable se establecieron diferencias (P< 0,001) en cuanto al tipo de forraje y el suplemento utilizado para la alimentación de los animales, el tipo racial y entre empresas ganaderas; así mismo, hubo diferencias (P< 0,005) en cuanto el efecto de la condición sexual, la clasificación de la canal y el uso de hormonas. Para el total de ácidos grasos se encontró un promedio de 58,11 ± 8,44% distribuido con valores promedio para los ácidos grasos saturados de 30,61 ± 4,96% y para los ácidos grasos insaturados de 27,49 ± 4,23%, de los cuales el 22,87 ± 4,04% está compuesto por ácidos grasos monoinsaturados y el 4,61 ± 0,79% por ácidos grasos poliinsaturados. Con relación a los valores de extracto etéreo se encontró el mayor porcentaje en la raza Brangus (17,68 ± 3,75%), seguido por animales Cebú x *Bos taurus* y Cebú Brahman, con valores de 7,51 ± 4,76 y 7,30 ± 5,07%, respectivamente; el tipo racial Romosinuano puro y los cruces de Cebú con Romosinuano y Pardo Suizo presentaron los menores valores para esta variable.

Palabras clave: ácidos grasos, bovina, carne, grasa, omega 3, omega 6.

INTRODUCCIÓN

LA CARNE BOVINA 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 bovina en las últimas décadas (Smith, 1993). Además, algunos consumidores han creado una percepción negativa ante el consumo de carne, si bien los esfuerzos de varios entes de investigación están cambiando dicha percepción ofreciendo reportes en los que afirman que cerca del 50% de la grasa de la carne bovina corresponde a ácidos grasos monoinsaturados; estos compuestos lipídicos parecen tener la capacidad de reducir los riesgos coronarios y algunos problemas de cáncer. Los ácidos grasos saturados de la carne bovina contienen ácido esteárico, único ácido que tiene un efecto neutral sobre los niveles de colesterol en sangre; por su parte, el ácido oleico parece ser benéfico para reducir el colesterol en plasma y el total de colesterol en las lipoproteínas de baja densidad en humanos (Grundy, 1986; Kazala *et al.*, 1999).

En cuanto a la composición de los ácidos grasos en animales de abasto, varios autores expresan que existen 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 animal, que hacen variar en mayor o menor grado el perfil de los ácidos grasos (Marchello, Dryden y Ray, 1968; Huerta-Leidenz *et al.*, 1991). Por otra parte, los grupos raciales que llegan a la madurez y al sacrificio con pesos moderados depositan más lípidos en sus canales (Nour y Thonney, 1987).

Se ha demostrado que existen diferencias en la composición de los ácidos grasos entre razas de *Bos taurus* y *Bos indicus* (Huerta-Leidenz y Ríos, 1993). Además, el perfil de ácidos grasos de las canales de bovinos alimentados con forrajes contiene una mayor proporción de ácidos grasos insaturados, especialmente de omega-3, que las canales de bovinos alimentados con altas cantidades de granos (Miles, 1995).

Se ha observado el rol de los ácidos grasos poli-insaturados sobre la salud humana, especialmente del ácido linoléico conjugado (CLA) y el ácido linolénico,

en cuanto la prevención del cáncer y en la disminución de riesgo de enfermedades cardiovasculares, al aumentar los niveles de HDL (*High Density Lipoprotein*, lipoproteínas de alta densidad). La grasa de depósito de los animales rumiantes responde menos a la composición de los ácidos grasos de la dieta debido a la acción de la microbiota del rumen que metaboliza dichos ácidos, aunque se pueden llevar a cabo algunos cambios menores (Church y Pond, 1987); en efecto, la grasa de depósito de los rumiantes se puede modificar para que se parezca a la grasa de la dieta, si se evita la acción de la microflora del rumen.

El objetivo del presente trabajo fue identificar las variables que afectan el perfil de ácidos grasos (totales, saturados, insaturados, mono y poli-insaturados) de la carne bovina proveniente de 40 empresas ganaderas ubicadas en las microrregiones del Magdalena medio y el Caribe, según los tipos raciales empleados, la alimentación ofrecida a los bovinos, el uso de promotores de crecimiento, la condición sexual, la clasificación de la canal y la zona ganadera de origen, variables que dan cuenta del manejo, la nutrición, el mejoramiento genético, la salud animal, la gestión empresarial y la comercialización de la carne.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología desarrollada para la evaluación del perfil de ácidos grasos de la carne bovina inició con la clasificación de canales bovinas que abastecían cinco frigoríficos de las regiones ganaderas Caribe y Magdalena Medio (Frigomedio ubicado en La Dorada, Frigosinú en Montería, Frigosa-banas en Sincelejo, Coolesar en Valledupar y Camagüey en Barranquilla), en los cuales se desarrolló el proyecto "Identificación de Nichos Estratégicos, Tecnologías y Patrones de Calidad de Canales Bovinas en la Región Caribe y el Magdalena Medio" realizado por la Federación Nacional de Ganaderos -FEDEGAN-, el Instituto Colombiano de Ciencia y Tecnología 'Francisco José de Caldas' -COLCIENCIAS- y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -CORPOICA. Con los datos suministrados por el proyecto "Clasificación y diseño de una propuesta de pago por calidad para la comercialización de canales" de FEDEGAN, en el cual se clasifi-

caron 46.155 canales bovinas según el Sistema Nacional de Clasificación de Canales y Cortes de Carne Bovina desarrollado por el Instituto Colombiano de Ciencia y Tecnología de Alimentos -ICTA- de la Universidad Nacional de Colombia.

De acuerdo con la información obtenida se identificaron 465 empresas ganaderas productoras de canales de calidad óptima (4 y 5 estrellas) que abastecían los frigoríficos mencionados. Con la identificación de estas ganaderías se inició la recopilación de información tecnológica, productiva y económica de 122 empresas de alto desempeño, para lo cual la información obtenida fue digitalizada en una base de datos desarrollada en el programa Acces® para su posterior análisis; finalmente, y basándose en dicha información, fueron seleccionadas las cuarenta (40) mejores empresas ganaderas, ocho (8) por cada frigorífico, a las cuales se les realizó un seguimiento de su modelo productivo y la posterior toma de muestra de músculo *Longissimus dorsi* de tres (3) animales por cada empresa seleccionada.

La muestra de tejido muscular fue recolectada posteriormente al desposte de la canales, retirando de ellas el 'lomo liso' o 'bife angosto' (músculo *Longissimus dorsi*), que se considera representativo de la masa muscular total del animal, el cual tiene como base ósea las cuatro últimas vértebras torácicas, la extremidad proximal de la décima a la décima tercera costilla en su tercio superior y las seis vértebras lumbares a nivel de las apófisis espinosas y cresta iliaca; como plano muscular se citan los músculos ileocostal lumbar, *longissimus* lumbar, retractor costal, rotadores, intertransverso lumbares, transversos espinoso y multifidos.

Los lomos fueron empacados al vacío y remitidos al laboratorio en neveras de icopor con hielo, manteniendo una temperatura aproximada de 6°C. Cada análisis fue realizado por duplicado en el laboratorio de Nutrición Animal de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -CORPOICA- en el C.I. Tibaitatá. Las muestras de carne se refrigeraron a una temperatura de -20° C durante 24 horas, tiempo después del cual fue retirada una muestra de la porción caudal del músculo, y se siguió la metodología que se describe a continuación.

*Determinación de los lípidos.* Los lípidos totales fueron extraídos por duplicado mediante el procedimiento de extracto etéreo; a tal fin se pesaron 2 g de muestra cárnica que se llevaron al equipo Golfish® para la extracción con éter de petróleo por un tiempo de 5 horas. El contenido de lípidos totales se determinó gravimétricamente por diferencia de peso en los vasos de extracción.

*Análisis de los ácidos grasos.* La metilación de los ácidos grasos se realizó sobre 50 a 60 mg del extracto lipídico agregándole 500 µl de KOH 1N en metanol con agitación; posteriormente se agregaron 700 µl de xileno para permitir la separación completa de los ésteres metílicos de los ácidos grasos en dos fases; de la fase oleosa (xileno) se tomaron 100 µl y se le adicionaron 50 µl de xileno creando una dilución de la cual se inyectó una alícuota de 5 µl en un cromatógrafo de gases (Perkin Elmer®) con detector de ionización de llama (FID), equipado con una columna capilar (Supelco® 2330) de 30 x 0,25 mm x 0,2 µm de diámetro interno. La temperatura del puerto de inyección y del detector fue de 220°C. En el horno se estableció un programa de temperatura, comenzando con 150°C, aumentando 9°C/min hasta llegar a 195°C, manteniendo esta temperatura durante 0,5 min, seguido de una tasa de 12°C/min hasta alcanzar 220°C/1,5 min; luego se aumentó a 20°C/min hasta llegar a 240°C de temperatura, la cual se mantuvo por 3 minutos. El flujo del gas de arrastre fue N a la tasa de 15 mL/min.

El sistema de cromatografía gas-líquido se calibró con una mezcla de patrones marca Supelco® de cinco (5) ácidos purificados (ácido palmítico C16:0, ácido esteárico C 18:0, ácido oleico C 18:1, ácido linoléico C 18:2, ácido linolénico C 18:3). La identificación de los ácidos grasos se realizó mediante la comparación de los tiempos de dilución de los picos de los ésteres de metilo de cada ácido graso de la muestra con el de la mezcla patrón. El resultado se expresó en miligramos de ácido graso por cada 100 miligramos de extracto lipídico.

Para calcular las medidas de tendencia central y la variación de los datos de los ácidos grasos hallados en las muestras de carne procedentes de la región Caribe y de la microrregión Magdalena Medio, se empleó el procedimiento de Modelos

Generales Lineales (GLM) del paquete estadístico SAS® (Statistical Analysis System). Un primer modelo incluyó la identificación del animal, la raza a la cual pertenece y su finca de procedencia. El modelo utilizado se describe a continuación.

$$Y_{ijkl} = \mu_i + A_j + R_k + F_l + e_{ijkl}$$

donde,

$Y_{ijkl}$ : variable respuesta (perfil de ácidos grasos)

$\mu_i$ : media

$A_j$ : efecto del animal

$R_k$ : efecto de la raza

$F_l$ : efecto de la finca

$e_{ijkl}$ : error experimental.

El segundo modelo incluyó la raza del animal, el tipo de forraje con el cual se alimentaba antes del sacrificio, el suplemento suministrado, si fue aplicado algún promotor de crecimiento (hormonas), su condición sexual (entero o castrado) y la clasificación final de su canal (4 ó 5 estrellas). El modelo utilizado se describe a continuación.

$$Y_{ijklmno} = \mu_i + R_j + F_k + S_l + H_m + C_n + Q_o + e_{ijklmno}$$

donde,

$Y_{ijklmno}$ : variable respuesta (perfil de ácidos grasos)

$\mu_i$ : media

$R_j$ : efecto de la raza

$F_k$ : efecto del tipo de forraje

$S_l$ : efecto del tipo de suplemento

$H_m$ : efecto del tipo de hormonas (promotor de crecimiento)

$C_n$ : Efecto de la condición sexual

$Q_o$ : Efecto de la clasificación de la canal

$e_{ijklmno}$ : error experimental.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La determinación del perfil de los ácidos grasos está influida por diferentes factores según lo reportan varios autores quienes afirman que tal variación está determinada por el régimen dietario, el sexo (Waldman, Suess y Brungardt, 1968) y la raza (David y Hedrich, 1979); por tanto, las anteriores afirmaciones explican la gran variación de los resultados obtenidos en este estudio.

En la Tabla 1 se muestran algunas medidas de tendencia central general en la determinación del perfil de ácidos

grasos de cadena larga en muestras de tejido intramuscular, en donde se encontró que el promedio general para la grasa intramuscular total (extracto etéreo) con respecto a la muestra de músculo en las muestras analizadas fue de  $7,41 \pm 3,61\%$ .

Además, se encontraron diferencias ( $P < 0,001$ ) en cuanto al tipo de forraje y suplemento utilizado para la alimentación de los animales, su tipo racial y su origen (empresas ganadera). Así mismo, para el efecto de variables como condición sexual, clasificación de la canal y utilización de hormonas se encontraron diferencias ( $P < 0,05$ ).

Se indagaron contenidos de los siguientes cinco ácidos: C16:0 (ácido palmítico), C18:0 (ácido esteárico), C18:1 (ácido oleico), C18:2 (ácido linoléico), C18:3 (ácido linolénico), entre los que se encontró una mayor proporción de ácido palmítico con  $16,73 \pm 3,43$  mg, seguido por el ácido esteárico con  $13,88 \pm 3,34$  mg. En los ácidos grasos poliinsaturados (linoléico y linolénico), el primero fue mayor con un valor de  $2,66 \pm 0,54$  mg y el segundo fue de  $1,95 \pm 0,37$  mg. El total de estos cinco ácidos grasos fue de  $58,11 \pm 8,44$  mg por cada 100 mg de grasa intramuscular obtenida, distribuidos con valores promedio para los ácidos grasos saturados de  $30,61 \pm 4,96$  mg y para los ácidos grasos insaturados de  $27,49 \pm 4,23$  mg, de los cuales  $22,87$

$\pm 4,04$  mg están compuestos por ácidos grasos monoinsaturados y  $4,61 \pm 0,79$  mg por los poliinsaturados.

Por otra parte, diferentes autores afirman que el tipo racial hace variar en mayor o menor grado el perfil de los ácidos grasos (Uzcátegui *et al.*, 1999) y que existen diferencias entre especies; por ejemplo, la progenie *Bos taurus* presenta mayor predisposición a acumular grasas intramusculares que lo bovinos *Bos indicus* (Huerta-Leidenz *et al.*, 1991). En términos generales, en cuanto al tipo racial se encontraron diferencias ( $P < 0,05$ ) que influyeron los promedios obtenidos para el extracto etéreo y los ácidos grasos saturados e insaturados (Tabla 2).

En cuanto a los valores de extracto etéreo se encontró un mayor porcentaje para la raza Brangus con un valor de  $17,68 \pm 3,75\%$  con respecto a la muestra de músculo, seguido por animales Cebú x *Bos taurus* y Brahman, con valores de  $7,51 \pm 4,76$  y  $7,30 \pm 5,07\%$ , respectivamente. Además, se observó que los tipos raciales Romosinuano y los cruces de Cebú x Romosinuano y Cebú x Pardo Suizo presentaron los menores valores para esta variable. Así mismo, la proporción de ácidos grasos poliinsaturados para los tipos raciales Romosinuano y su cruce con Cebú presentaron una mayor cantidad de ácido linoléico, con valores de  $3,66 \pm 0,16$  mg y  $3,12 \pm 0,77$  mg, respectivamente; por su parte, para el ácido

**Tabla 1.** Perfil de ácidos grasos obtenidos en muestras de músculo *Longissimus dorsi* de bovinos procedentes de las empresas ganaderas y seleccionadas en las regiones Caribe y Magdalena Medio.

Componente	Promedio	CV (%)
Extracto etéreo <sup>1</sup>	$7,41 \pm 3,61$	48,80
Ácido Palmítico <sup>2</sup> - C16:0	$16,73 \pm 3,43$	20,50
Ácido Esteárico <sup>2</sup> - C18:0	$13,88 \pm 3,34$	24,10
Ácido Oleico <sup>2</sup> - C18:1	$22,87 \pm 5,13$	22,42
Ácido Linoléico <sup>2</sup> - C18:2	$2,66 \pm 0,54$	20,31
Ácido Linolénico <sup>2</sup> - C18:3	$1,95 \pm 0,37$	19,06
Total ácidos grasos <sup>2</sup> (AG)	$58,11 \pm 8,44$	14,53
Total ácidos grasos saturados <sup>2</sup> (AGS)	$30,61 \pm 4,96$	16,23
Total ácidos grasos insaturados (AGI)	$27,49 \pm 4,23$	15,40
Total ácidos grasos monoinsaturados <sup>2</sup> (AGMI)	$22,87 \pm 4,04$	17,68
Total ácidos grasos poliinsaturados <sup>2</sup> (AGPI)	$4,61 \pm 0,79$	17,25
AGI:AGS <sup>3</sup>	$0,90 \pm 0,10$	12,07
AGMI:AGS <sup>3</sup>	$0,74 \pm 0,10$	13,40
AGPI:AGS <sup>3</sup>	$0,16 \pm 0,03$	23,96

<sup>1</sup> Cantidad de grasa intramuscular con respecto a la muestra de músculo en %.

<sup>2</sup> mg de ácido graso por cada 100 mg de grasa intramuscular.

<sup>3</sup> Proporción de ácidos grasos (insaturados, monoinsaturados, poli-insaturados) con respecto a los ácidos grasos saturados.

linolénico los valores fueron de  $2,97 \pm 0,18$  mg y  $2,23 \pm 0,36$  mg, respectivamente (Tabla 2). Ello permite vislumbrar la aptitud de los bovinos criollos colombianos para la producción de carne de óptima calidad nutricional (es decir, con el mejor perfil de ácidos grasos).

También se observó que los tipos raciales con mayor cantidad de ácidos grasos fueron el Brangus, con un  $74,90 \pm 11,46$  mg, seguido por animales de la raza criolla colombiana Romosinuano y de la raza Brahman; finalmente, los valores más bajos fueron obtenidos en los animales cruzados (*Bos indicus* x *Bos taurus*). En cuanto al total de ácidos grasos poliinsaturados el tipo racial que presentó la mayor cantidad fue el Romosinuano seguido por su cruce con Cebú (Tabla 3).

En cuanto a las proporciones de ácidos grasos insaturados (AGI), monoinsaturados (AGMI) y poliinsaturados (AGPI) sobre los ácidos grasos saturados (AGS), se encontró en la raza Brangus una mayor proporción de AGI:AGS con un valor de  $1,07 \pm 0,25$  y una menor proporción de AGPI:AGS con un valor de  $0,11 \pm 0,06$ , al igual que para la raza Brahman. Respecto de los cruces de Romosinuano x Cebú y Pardo x Cebú alcanzaron las mayores proporciones de AGPI:AGS con valores de  $0,22 \pm 0,04$  y  $0,23 \pm 0,04$ , respectivamente. Se debe destacar que la raza criolla colombiana Romosinuano fue la que presentó una menor proporción de AGI:AGS con  $0,73 \pm 0,02$ ; así mismo, presentó una mayor proporción de AGPI:AGS (Tabla 3).

El sistema de alimentación bovina para el trópico colombiano se basa en el pastoreo con una gran variedad de especies forrajeras, las cuales, según su composición química contienen diferentes valores de energía, proteína, FDA y FDN, entre otros; este factor tiene efectos sobre la cantidad de grasa intramuscular y la composición de ácidos grasos en el músculo animal, tal como lo reportan Marchello, Dryden y Ray (1968) y Huerta-Leidenz *et al.* (1991).

Se encontraron diferencias ( $P < 0,0001$ ) en cuanto al forraje debido al gran número de especies vegetales que han sido adaptadas para la alimentación de animales en pastoreo y que influyó sobre los niveles de ácidos grasos. Así, el pasto Angleton, y su asociación con otras espe-

**Tabla 2.** Perfil de ácidos grasos totales obtenidos en muestras de *Longissimus dorsi* en los grupos raciales evaluados.

Tipo racial	Grasa <sup>1</sup>	Palmitico <sup>2</sup>	Esteárico <sup>2</sup>	Oleico <sup>2</sup>	Linoléico <sup>2</sup>	Linolénico <sup>2</sup>
Brangus	17,68 <sup>a</sup>	20,41 <sup>a</sup>	15,67 <sup>b</sup>	34,75 <sup>a</sup>	2,44 <sup>cd</sup>	1,61 <sup>c</sup>
Cebú x <i>Bos taurus</i>	7,51 <sup>b</sup>	16,51 <sup>b</sup>	14,99 <sup>bc</sup>	22,33 <sup>b</sup>	2,79 <sup>bc</sup>	2,03 <sup>bc</sup>
Brahman	7,30 <sup>b</sup>	17,33 <sup>ab</sup>	13,47 <sup>bc</sup>	23,65 <sup>b</sup>	2,58 <sup>bcd</sup>	1,89 <sup>bc</sup>
Pardo x Cebú	4,02 <sup>c</sup>	8,58 <sup>d</sup>	7,96 <sup>d</sup>	10,78 <sup>c</sup>	1,98 <sup>d</sup>	1,79 <sup>bc</sup>
Romo x Cebú	3,52 <sup>c</sup>	12,24 <sup>c</sup>	11,58 <sup>c</sup>	15,30 <sup>c</sup>	3,12 <sup>ab</sup>	2,23 <sup>b</sup>
Romosinuano	3,51 <sup>c</sup>	17,64 <sup>ab</sup>	19,92 <sup>a</sup>	21,15 <sup>b</sup>	3,66 <sup>a</sup>	2,97 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> cantidad de grasa intramuscular con respecto a la muestra de músculo en %.

<sup>2</sup> mg de ácido graso por cada 100 mg de grasa intramuscular.

<sup>a,b,c,d</sup> Letras diferentes indican diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ).

**Tabla 3.** Promedios de los totales de ácidos grasos obtenidos en muestras de *Longissimus dorsi* y sus proporciones en los grupos raciales evaluados.

Tipo Racial	AG <sup>1</sup>	AGS <sup>1</sup>	AGI <sup>1</sup>	AGMI <sup>1</sup>	AGPI <sup>1</sup>	AGI:AGS <sup>2</sup>	AGMI:AGS <sup>2</sup>	AGPI:AGS <sup>2</sup>
Brangus	74,90 <sup>a</sup>	36,08 <sup>a</sup>	38,81 <sup>a</sup>	34,75 <sup>a</sup>	4,05 <sup>c</sup>	1,07 <sup>a</sup>	0,95 <sup>a</sup>	0,11 <sup>d</sup>
Cebú x <i>Bos taurus</i>	58,68 <sup>b</sup>	31,51 <sup>a</sup>	27,16 <sup>b</sup>	22,33 <sup>b</sup>	4,83 <sup>bc</sup>	0,87 <sup>bc</sup>	0,70 <sup>b</sup>	0,16 <sup>c</sup>
Brahman	58,94 <sup>b</sup>	30,80 <sup>a</sup>	28,14 <sup>b</sup>	23,65 <sup>b</sup>	4,48 <sup>bc</sup>	0,92 <sup>b</sup>	0,77 <sup>b</sup>	0,15 <sup>cd</sup>
Pardo x Cebú	31,12 <sup>d</sup>	16,55 <sup>c</sup>	14,56 <sup>d</sup>	10,78 <sup>c</sup>	3,78 <sup>c</sup>	0,89 <sup>bc</sup>	0,65 <sup>bc</sup>	0,23 <sup>a</sup>
Romo x Cebú	44,49 <sup>c</sup>	23,82 <sup>b</sup>	20,66 <sup>c</sup>	15,30 <sup>c</sup>	5,35 <sup>b</sup>	0,87 <sup>bc</sup>	0,64 <sup>bc</sup>	0,22 <sup>ab</sup>
Romosinuano	65,37 <sup>ab</sup>	37,57 <sup>a</sup>	27,79 <sup>b</sup>	21,15 <sup>b</sup>	6,64 <sup>a</sup>	0,73 <sup>c</sup>	0,56 <sup>c</sup>	0,17 <sup>bc</sup>

AG: ácidos grasos totales; AGS: ácidos grasos saturados; AGI: ácidos grasos insaturados; AGMI: ácidos grasos monoinsaturados; AGPI: ácidos poliinsaturados.

<sup>1</sup> Datos expresados en mg del ácido graso por cada 100 mg de grasa intramuscular.

<sup>2</sup> Proporción de ácidos grasos (insaturados, monoinsaturados, poliinsaturados) con respecto a los ácidos grasos saturados.

<sup>a,b,c,d</sup> Letras diferentes indican diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ).

**Tabla 4.** Perfil de ácidos grasos totales obtenidos en muestras de *Longissimus dorsi* en los forrajes encontrados en el estudio.

Forraje	Grasa <sup>1</sup>	Palmitico <sup>2</sup>	Esteárico <sup>2</sup>	Oleico <sup>2</sup>	Linoléico <sup>2</sup>	Linolénico <sup>2</sup>
Guinea + Colosuana	7,00 <sup>b</sup>	20,33 <sup>a</sup>	17,00 <sup>ab</sup>	24,31 <sup>a</sup>	2,97 <sup>ab</sup>	2,01 <sup>abc</sup>
Angleton + Estrella + Colosuana	10,41 <sup>a</sup>	17,36 <sup>abc</sup>	14,11 <sup>bc</sup>	23,64 <sup>a</sup>	2,16 <sup>dc</sup>	1,71 <sup>cd</sup>
Angleton + Colosuana	13,64 <sup>a</sup>	17,70 <sup>ab</sup>	14,01 <sup>bc</sup>	25,60 <sup>a</sup>	2,23 <sup>dc</sup>	1,60 <sup>d</sup>
Angleton + Guinea + Colosuana	5,47 <sup>b</sup>	18,67 <sup>ab</sup>	15,47 <sup>abc</sup>	27,38 <sup>a</sup>	2,65 <sup>bc</sup>	1,94 <sup>abcd</sup>
Angleton + Braquipara	12,13 <sup>a</sup>	15,50 <sup>bc</sup>	16,30 <sup>ab</sup>	23,41 <sup>a</sup>	3,29 <sup>a</sup>	2,12 <sup>ab</sup>
Angleton + Admirable	5,13 <sup>b</sup>	16,79 <sup>abc</sup>	12,28 <sup>c</sup>	23,57 <sup>a</sup>	2,87 <sup>ab</sup>	2,06 <sup>abc</sup>
Angleton	4,02 <sup>b</sup>	8,58 <sup>d</sup>	7,96 <sup>d</sup>	10,78 <sup>c</sup>	1,98 <sup>d</sup>	1,79 <sup>bcd</sup>
Angleton + Guinea	3,62 <sup>b</sup>	13,82 <sup>c</sup>	12,28 <sup>c</sup>	17,74 <sup>b</sup>	2,97 <sup>ab</sup>	2,28 <sup>a</sup>
Otro	5,22 <sup>b</sup>	18,14 <sup>ab</sup>	13,96 <sup>bc</sup>	23,23 <sup>a</sup>	2,81 <sup>ab</sup>	1,99 <sup>abcd</sup>
Guinea	4,59 <sup>b</sup>	17,15 <sup>abc</sup>	17,64 <sup>a</sup>	23,34 <sup>a</sup>	2,85 <sup>ab</sup>	2,13 <sup>ab</sup>

<sup>1</sup> Cantidad de grasa intramuscular con respecto a la muestra de músculo en %.

<sup>2</sup> mg de ácido graso por cada 100 mg de grasa intramuscular.

<sup>a,b,c,d</sup> Letras diferentes indican diferencias estadísticas ( $P < 0,0001$ ).

cies forrajeras como Guinea, Admirable, Colosuana, Estrella y Braquipará, predominan en los sistemas de alimentación de las empresas ganaderas de los sistemas evaluados (Tabla 4).

En cuanto al porcentaje de extracto etéreo de la carne de los animales según el tipo de forraje en el cual se alimentaban se encontró una tendencia a presentar mayores porcentajes de grasa intramuscular en las asociaciones de Angleton

+ Colosuana, Angleton + Braquipara y Angleton + Estrella + Colosuana con valores de  $13,64 \pm 6,32$ ,  $12,13 \pm 2,57$  y  $10,41 \pm 3,57$  %, respectivamente. Sin embargo, la carne de los animales alimentados con los pastos Angleton + Braquipara, Angleton + Guinea y Angleton + Admirable presentaron la tendencia de fijar una mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados con valores de  $3,29 \pm 0,46$ ,  $2,97 \pm 0,76$  y  $2,87 \pm 0,63$  mg para el ácido graso linoléico y con valores de  $2,12 \pm 0,11$ ,  $2,28 \pm 0,57$  y  $2,06 \pm$

0,53 mg para el ácido linoléico, respectivamente (Tabla 4).

Por otro lado, los mayores valores respecto del total de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) se encontraron en animales alimentados con las asociaciones Angleton + Braqui para, Angleton + Guinea, y Guinea, Angleton + Admirable, con valores de 5,41 ± 0,56, 5,25 ± 1,30, 4,99 y 4,94 ± 1,15 mg, respectivamente. No obstante, no se observó una tendencia a ser diferente el total de ácidos grasos monoinsaturados entre las muestras de carne de animales alimentados con los forrajes utilizados por las empresas ganaderas (Tabla 5).

Para las proporciones de ácidos grasos se encontró que las muestras de carne de animales alimentados en asociaciones de forrajes 1) Angleton + Admirable, 2) Angleton + Guinea + Colosuana, y 3) Angleton + Colosuana presentaron las mayores proporciones de AGI:AGS con valores de 1) 0,97 ± 0,14; 2) 0,95 ± 0,11 y 3) 0,93 ± 0,09, respectivamente. En cuanto la proporción de AGPI:AGS los mayores valores se presentaron en las asociaciones 1) Angleton y 2) Angleton + Guinea con valores de 0,23 ± 0,13 y 0,21 ± 0,07, respectivamente. Estos resultados permiten sugerir que la utilización del pasto Angleton en asociación

con diferentes forrajes como fuente de alimentación puede mejorar la calidad nutricional de la carne producida en las empresas ganaderas, tal como se observa en la Tabla 5.

Al igual que la base forrajera utilizada como fuente de alimentación en las ganaderías en estudio, el manejo de otras fuentes alimenticias como forrajes conservados (henos y ensilajes), subproductos agrícolas y mezclas (utilización de fuentes alimenticias en proporciones determinadas), suministradas como suplementación adicional durante la fase de ceba, pueden hacer variar los porcentajes de

**Tabla 5.** Promedios de los totales de ácidos grasos obtenidos en muestras de *Longissimus dorsi* y sus proporciones en los forrajes encontrados en el estudio.

Forraje	AG <sup>1</sup>	AGS <sup>1</sup>	AGI <sup>1</sup>	AGMI <sup>1</sup>	AGPI <sup>1</sup>	AGI:AGS <sup>2</sup>	AGMI:AGS <sup>2</sup>	AGPI:AGS <sup>2</sup>
Guinea + Colosuana	66,64 <sup>a</sup>	37,33 <sup>a</sup>	26,30 <sup>a</sup>	24,31 <sup>a</sup>	4,98 <sup>a</sup>	0,78 <sup>c</sup>	0,65 <sup>c</sup>	0,13 <sup>bc</sup>
Angleton + Estrella + Colosuana	59,01 <sup>ab</sup>	31,48 <sup>abc</sup>	27,53 <sup>ab</sup>	23,64 <sup>a</sup>	3,88 <sup>b</sup>	0,88 <sup>abc</sup>	0,75 <sup>abc</sup>	0,12 <sup>c</sup>
Angleton + Colosuana	61,17 <sup>a</sup>	31,71 <sup>abc</sup>	29,45 <sup>a</sup>	25,60 <sup>a</sup>	3,84 <sup>b</sup>	0,93 <sup>ab</sup>	0,80 <sup>ab</sup>	0,13 <sup>bc</sup>
Angleton + Guinea + Colosuana	66,12 <sup>a</sup>	34,14 <sup>ab</sup>	31,98 <sup>a</sup>	27,38 <sup>a</sup>	4,59 <sup>ab</sup>	0,95 <sup>ab</sup>	0,81 <sup>a</sup>	0,13 <sup>bc</sup>
Angleton + Braqui para	60,63 <sup>a</sup>	31,80 <sup>abc</sup>	28,83 <sup>a</sup>	23,41 <sup>a</sup>	5,41 <sup>a</sup>	0,91 <sup>abc</sup>	0,73 <sup>abc</sup>	0,17 <sup>b</sup>
Angleton + Admirable	57,59 <sup>ab</sup>	29,08 <sup>bc</sup>	28,51 <sup>ab</sup>	23,57 <sup>a</sup>	4,94 <sup>a</sup>	0,97 <sup>a</sup>	0,80 <sup>ab</sup>	0,17 <sup>b</sup>
Angleton	31,12 <sup>c</sup>	16,55 <sup>d</sup>	14,56 <sup>c</sup>	10,78 <sup>c</sup>	3,78 <sup>b</sup>	0,89 <sup>abc</sup>	0,65 <sup>c</sup>	0,23 <sup>a</sup>
Angleton + Guinea	49,11 <sup>b</sup>	26,11 <sup>c</sup>	22,99 <sup>b</sup>	17,74 <sup>b</sup>	5,25 <sup>a</sup>	0,89 <sup>abc</sup>	0,67 <sup>bc</sup>	0,21 <sup>a</sup>
Otro	60,15 <sup>a</sup>	32,11 <sup>abc</sup>	28,04 <sup>ab</sup>	23,23 <sup>a</sup>	4,81 <sup>a</sup>	0,87 <sup>abc</sup>	0,72 <sup>abc</sup>	0,15 <sup>bc</sup>
Guinea	63,13 <sup>a</sup>	34,80 <sup>ab</sup>	28,33 <sup>ab</sup>	23,34 <sup>a</sup>	4,99 <sup>a</sup>	0,82 <sup>bc</sup>	0,67 <sup>bc</sup>	0,14 <sup>bc</sup>

AG: ácidos grasos; AGS: ácidos grasos saturados; AGI: ácidos grasos insaturados; AGMI: ácidos grasos monoinsaturados; AGPI: ácidos poliinsaturados.

<sup>1</sup> Datos expresados en mg del ácido graso por cada 100 mg de grasa intramuscular.

<sup>2</sup> Proporción de ácidos grasos (insaturados, monoinsaturados, poliinsaturados) con respecto a los ácidos grasos saturados

<sup>abc,d</sup> Letras diferentes indican diferencias estadísticas (P < 0,0001)

**Tabla 6.** Perfil de ácidos grasos totales obtenidos en muestras de *Longissimus dorsi* según el tipo de suplemento ofrecido en el estudio.

Suplementación	Grasa <sup>1</sup>	Palmitico <sup>2</sup>	Esteárico <sup>2</sup>	Oléico <sup>2</sup>	Linoléico <sup>2</sup>	Linoléico <sup>2</sup>
No utilizó	7,27 <sup>b</sup>	16,60 <sup>b</sup>	13,79 <sup>ab</sup>	22,74 <sup>a</sup>	2,62 <sup>b</sup>	1,95 <sup>a</sup>
Granos + frutos	7,72 <sup>b</sup>	17,15 <sup>b</sup>	12,28 <sup>b</sup>	21,83 <sup>a</sup>	2,78 <sup>ab</sup>	1,90 <sup>a</sup>
Mezclas	12,13 <sup>a</sup>	15,50 <sup>b</sup>	16,30 <sup>a</sup>	23,41 <sup>a</sup>	3,29 <sup>a</sup>	2,12 <sup>a</sup>
Subproductos agrícolas	3,66 <sup>b</sup>	21,34 <sup>a</sup>	15,06 <sup>ab</sup>	27,19 <sup>a</sup>	2,61 <sup>b</sup>	1,84 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Cantidad de grasa intramuscular con respecto a la muestra de músculo en %.

<sup>2</sup> mg de ácido graso por cada 100 mg de grasa intramuscular.

<sup>abc,d</sup> Letras diferentes indican diferencias estadísticas (P < 0,0001).

**Tabla 7.** Promedios de los totales de ácidos grasos obtenidos en muestras de *Longissimus dorsi* y sus proporciones según el tipo de suplemento ofrecido en el estudio.

Suplementación	AG <sup>1</sup>	AGS <sup>1</sup>	AGI <sup>1</sup>	AGMI <sup>1</sup>	AGPI <sup>1</sup>	AGI:AGS <sup>2</sup>	AGMI:AGS <sup>2</sup>	AGPI:AGS <sup>2</sup>
No utilizó	57,72 <sup>a</sup>	30,39 <sup>a</sup>	27,32 <sup>a</sup>	22,74 <sup>a</sup>	4,57 <sup>a</sup>	0,90 <sup>a</sup>	0,74 <sup>a</sup>	0,16 <sup>a</sup>
Granos - frutos	55,96 <sup>a</sup>	29,43 <sup>a</sup>	26,53 <sup>a</sup>	21,84 <sup>a</sup>	4,69 <sup>a</sup>	0,88 <sup>a</sup>	0,72 <sup>a</sup>	0,16 <sup>a</sup>
Mezclas	60,63 <sup>a</sup>	31,80 <sup>a</sup>	28,83 <sup>a</sup>	23,41 <sup>a</sup>	5,41 <sup>a</sup>	0,91 <sup>a</sup>	0,73 <sup>a</sup>	0,17 <sup>a</sup>
Subproductos agrícolas	68,06 <sup>a</sup>	36,40 <sup>a</sup>	31,65 <sup>a</sup>	27,19 <sup>a</sup>	4,45 <sup>a</sup>	0,87 <sup>a</sup>	0,75 <sup>a</sup>	0,12 <sup>a</sup>

AG: ácidos grasos; AGS: ácidos grasos saturados; AGI: ácidos grasos insaturados; AGMI: ácidos grasos monoinsaturados; AGPI: ácidos poliinsaturados.

<sup>1</sup> Datos expresados en mg del ácido graso por cada 100 mg de grasa intramuscular.

<sup>2</sup> Proporción de ácidos grasos (insaturados, monoinsaturados, poliinsaturados) con respecto a los ácidos grasos saturados.

<sup>abc,d</sup> Letras diferentes indican diferencias estadísticas (P < 0,0001).

algunos ácidos grasos en las muestras de tejido intramuscular, tal como lo reportan Marchello, Dryden y Ray (1968) y Huerta-Leidenz *et al.* (1991).

En la Tabla 6 se observa el porcentaje de grasa intramuscular obtenido a partir de las muestras de carne según la fuentes de suplementación ofrecida. Así, el porcentaje más alto se logró con las mezclas (melaza + heno, urea + melaza + sal, entre otros) con  $12,13 \pm 2,57\%$ , lo cual difiere de otros tipos de suplementación como los granos + frutos, los subproductos agrícolas o el no ofrecer suplementación ( $P < 0,05$ ). Así mismo, se observaron diferencias ( $P < 0,0001$ ) para los ácidos grasos palmítico, esteárico y linoléico, mientras que para los ácidos linoléico y oleico no se observaron diferencias ( $P < 0,05$ ).

Para los ácidos grasos totales (AG) no se encontraron diferencias ( $P < 0,0001$ ); no obstante, se observó una tendencia al depósito de mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) al utilizar mezclas, con un valor de  $5,41 \pm 0,56$  mg. Así mismo, las proporciones de ácidos grasos no presentaron diferencias ( $P < 0,0001$ ) como se observa en la Tabla 7.

Por otra parte, se evaluó el efecto de los implantes hormonales sobre la composición de la grasa de los animales producidos en las empresas ganaderas en estudio. El uso de promotores de crecimiento hormonales tiene el efecto farmacológico de aumentar la retención de nitrógeno muscular en el animal, logrando con esto mejorar la ganancia de peso diaria y, por tanto, la rentabilidad del proceso de ceba. Se observaron diferencias ( $P < 0,05$ ) en el porcentaje de grasa intramuscular y la cantidad de ácidos linoléico y linoléico de las muestras de carne analizadas (Tabla 8). Para la variable 'grasa' se encontró en los animales implantados con hormonas una tendencia a presentar mayor porcentaje con valores de  $9,23 \pm 6,49$  % de grasa intramuscular, mientras que las empresas en estudio que no utilizaron este tipo de implantes obtuvieron un promedio de  $6,32 \pm 3,81\%$  (Tabla 8).

Con respecto a los ácidos grasos totales y las proporciones de ácidos grasos no se encontraron diferencias ( $P < 0,05$ ) entre la utilización o no de promotores de crecimiento. No obstante, se observó una tendencia en los animales que no han sido implantados con hormonas a presen-

tar una mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) con un valor de  $4,75 \pm 0,87$  mg, teniendo igual comportamiento para la proporción de AGPI:AGS y la de AGI:AGS (Tabla 9).

En la Tabla 10 se observa que otro de los factores que influye en el perfil de ácidos grasos de cadena larga es la condición sexual de los animales, la cual se ve reflejada también en los porcentajes de extracto etéreo, siendo superior ( $P < 0,05$ ) en los animales castrados con  $8,63 \pm 5,18$  % con respecto a los animales enteros con un valor de  $6,97 \pm 5,10\%$  de grasa intramuscular.

Así mismo, se encontraron diferencias ( $P < 0,05$ ) para el total de ácidos grasos saturados (AGS), insaturados (AGI) y monoinsaturados (AGMI), más no para el total de ácidos grasos poliinsaturados con respecto a la condición sexual de los animales. En cuanto a las proporciones de ácidos grasos no se encontraron diferencias ( $P < 0,05$ ) para las proporciones de AGI:AGS y AGMI:AGS entre las muestras de animales castrados y enteros; además, se encuentran diferencias ( $P > 0,05$ ) para la proporción AGPI:AGS (Tabla 11).

**Tabla 8.** Perfil de ácidos grasos totales obtenidos en muestras de *Longissimus dorsi* según si se utiliza o no promotor de crecimiento.

Hormonas	Grasa <sup>1</sup>	Palmítico <sup>2</sup>	Esteárico <sup>2</sup>	Oléico <sup>2</sup>	Linoléico <sup>2</sup>	Linoléico <sup>2</sup>
No utiliza	6,32 <sup>b</sup>	16,46 <sup>a</sup>	13,88 <sup>a</sup>	22,59 <sup>a</sup>	2,74 <sup>a</sup>	2,01 <sup>a</sup>
Sí utiliza	9,23 <sup>a</sup>	17,19 <sup>a</sup>	13,87 <sup>a</sup>	23,35 <sup>a</sup>	2,53 <sup>b</sup>	1,84 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Cantidad de grasa intramuscular con respecto a la muestra de músculo en %.

<sup>2</sup> mg de ácido graso por cada 100 mg de grasa intramuscular.

<sup>a,b,c,d</sup> Letras diferentes indican diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ).

**Tabla 9.** Promedios de los totales de ácidos grasos obtenidos en muestras de *Longissimus dorsi* y sus proporciones según si utiliza o no promotor de crecimiento.

Hormonas	AG <sup>1</sup>	AGS <sup>1</sup>	AGI <sup>1</sup>	AGMI <sup>1</sup>	AGPI <sup>1</sup>	AGI:AGS <sup>2</sup>	AGMI:AGS <sup>2</sup>	AGPI:AGS <sup>2</sup>
No utiliza	57,69 <sup>a</sup>	30,34 <sup>a</sup>	27,35 <sup>a</sup>	22,59 <sup>a</sup>	4,75 <sup>a</sup>	0,90 <sup>a</sup>	0,74 <sup>a</sup>	0,16 <sup>a</sup>
Sí utiliza	58,81 <sup>a</sup>	31,06 <sup>a</sup>	27,74 <sup>a</sup>	23,35 <sup>a</sup>	4,38 <sup>b</sup>	0,90 <sup>a</sup>	0,75 <sup>a</sup>	0,15 <sup>a</sup>

AG: ácidos grasos; AGS: ácidos grasos saturados; AGI: ácidos grasos insaturados; AGMI: ácidos grasos monoinsaturados; AGPI: ácidos poliinsaturados.

<sup>1</sup> Datos expresados en mg del ácido graso por cada 100 mg de grasa intramuscular.

<sup>2</sup> Proporción de ácidos grasos (insaturados, monoinsaturados, poliinsaturados) con respecto a los ácidos grasos saturados

<sup>a,b,c,d</sup> Letras diferentes indican diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ )

**Tabla 10.** Perfil de ácidos grasos totales obtenidos en muestras de *Longissimus dorsi* según la condición sexual de los animales.

Condición sexual	Grasa <sup>1</sup>	Palmítico <sup>2</sup>	Esteárico <sup>2</sup>	Oleico <sup>2</sup>	Linoléico <sup>2</sup>	Linoléico <sup>2</sup>
Entero	6,97 <sup>b</sup>	15,74 <sup>b</sup>	13,55 <sup>a</sup>	21,58 <sup>b</sup>	2,63 <sup>a</sup>	1,98 <sup>a</sup>
Castrados	8,63 <sup>a</sup>	19,43 <sup>a</sup>	14,77 <sup>a</sup>	26,41 <sup>a</sup>	2,75 <sup>a</sup>	1,87 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Cantidad de grasa intramuscular con respecto a la muestra de músculo en %

<sup>2</sup> mg de ácido graso por cada 100 mg de grasa intramuscular

<sup>a,b,c,d</sup> Letras diferentes indican diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ )

En cuanto a la calidad de la canal evaluada por medio del Sistema Nacional de Clasificación de Canales desarrollado por el Instituto Colombiano –ICTA– en los animales producidos en las empresas ganaderas seleccionadas, se observó que no hubo diferencias ( $P < 0,05$ ) para la cantidad de ácidos esteárico, oleico y linoléico, pero si para el porcentaje de grasa intramuscular; en efecto, el valor más alto lo obtuvieron las canales clasificadas como 5 estrellas. Respecto al ácido linolénico, el valor más alto lo obtuvieron las canales de 4 estrellas con un valor de  $2,06 \pm 0,50$  mg (Tabla 12).

Por otra parte, las canales clasificadas como 4 y 5 estrellas presentaron diferencias ( $P < 0,05$ ) para el total de AGPI, siendo las canales 4 estrellas las que mostraron una mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) ( $4,81 \pm 1,16$  mg). En cuanto a las proporciones de ácidos grasos insaturados y monoinsaturados sobre los ácidos grasos saturados (AGI:AGS y AGMI:AGS) no se

encontraron diferencias ( $P < 0,05$ ) entre las 2 clasificaciones de canal, pero sí entre la proporción de poliinsaturados (AGPI:AGS), lo cual permite afirmar que el consumo de carne de las canales clasificadas como 5 estrellas, que son las que provienen de animales más jóvenes, pueden ser más favorables para la salud humana (Tabla 13).

En referencia a las empresas ganaderas en las dos microrregiones estudiadas, se encontraron diferencias en el perfil de ácidos grasos ( $P < 0,001$ ) debido a que las muestras de carne provienen de diferentes sistemas de producción los cuales, como ya se mencionó, provienen de diferentes agroecosistemas ubicados en las microrregiones Valle del Sinú, Valle del Cesar, Sabanas de Córdoba, Sucre y Bolívar y Magdalena Medio, lo que implica diversidad de factores de manejo, nutrición, salud, condiciones edáficas, entre otros (Tabla 14).

En cuanto a la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) se observó que las empresas ganaderas ubicadas

en la microrregión Valle del Cesar presentaron un mayor valor de ácido linoléico y ácido linolénico, seguida por las empresas de la microrregión de Sabanas de Córdoba, Sucre y Bolívar y el Valle del Sinú. Al igual cabe destacar que los valores obtenidos por las empresas de la microrregión del Magdalena Medio fueron superiores para los ácidos linoléico y linolénico (Figura 1).

En la Tabla 14 se observan los valores totales de ácidos grasos obtenidos en cada microrregión. Las empresas ganaderas ubicadas en la microrregión Sabanas de Córdoba, Sucre y Bolívar presentó una mayor cantidad de ácidos grasos insaturados (AGI), al igual que para los ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) ( $P < 0,05$ ). Mientras que para los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) las empresas ubicadas en la microrregión Valle del Cesar y empresas de la microrregión Magdalena Medio obtuvieron una mayor cantidad de dichos ácidos (AGPI) ( $P < 0,05$ ), vislumbrándose una posible ventaja que posee la carne de los animales producidos en esta microrregión.

**Tabla 11.** Promedios de los totales de ácidos grasos obtenidos en muestras de *Longissimus dorsi* y sus proporciones según la condición sexual de los animales.

Condición sexual	AG <sup>1</sup>	AGS <sup>1</sup>	AGI <sup>1</sup>	AGMI <sup>1</sup>	AGPI <sup>1</sup>	AGI:AGS <sup>2</sup>	AGMI:AGS <sup>2</sup>	AGPI:AGS <sup>2</sup>
Entero	55,49 <sup>b</sup>	29,30 <sup>b</sup>	26,19 <sup>b</sup>	21,58 <sup>b</sup>	4,61 <sup>a</sup>	0,90 <sup>a</sup>	0,73 <sup>a</sup>	0,16 <sup>a</sup>
Castrados	65,25 <sup>a</sup>	34,20 <sup>a</sup>	31,04 <sup>a</sup>	26,41 <sup>a</sup>	4,62 <sup>a</sup>	0,91 <sup>a</sup>	0,77 <sup>a</sup>	0,14 <sup>b</sup>

AG: ácidos grasos; AGS: ácidos grasos saturados; AGI: ácidos grasos insaturados; AGMI: ácidos grasos monoinsaturados; AGPI: ácidos poliinsaturados.

<sup>1</sup> Datos expresados en mg del ácido graso por cada 100 mg de grasa intramuscular.

<sup>2</sup> Proporción de ácidos grasos (insaturados, monoinsaturados, poliinsaturados) con respecto a los ácidos grasos saturados.

<sup>a,b,c,d</sup> Letras diferentes indican diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ).

**Tabla 12.** Perfil de ácidos grasos totales obtenidos en muestras de *Longissimus dorsi* según la clasificación de la canal de los animales.

Clasificación canal	Grasa <sup>1</sup>	Palmítico <sup>2</sup>	Esteárico <sup>2</sup>	Oleico <sup>2</sup>	Linoléico <sup>2</sup>	Linolénico <sup>2</sup>
5 estrellas	8,60 <sup>a</sup>	17,35 <sup>a</sup>	14,04 <sup>a</sup>	23,74 <sup>a</sup>	2,57 <sup>a</sup>	1,84 <sup>b</sup>
4 estrellas	6,20 <sup>b</sup>	16,10 <sup>b</sup>	13,71 <sup>a</sup>	21,99 <sup>a</sup>	2,75 <sup>a</sup>	2,06 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Cantidad de grasa intramuscular con respecto a la muestra de músculo en %

<sup>2</sup> mg de ácido graso por cada 100 mg de grasa intramuscular

<sup>a,b,c,d</sup> Letras diferentes indican diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ).

**Tabla 13.** Promedios de los totales de ácidos grasos obtenidos en muestras de *Longissimus dorsi* y sus proporciones según la clasificación de la canal de los animales.

Clasificación canal	AG <sup>1</sup>	AGS <sup>1</sup>	AGI <sup>1</sup>	AGMI <sup>1</sup>	AGPI <sup>1</sup>	AGI:AGS <sup>2</sup>	AGMI:AGS <sup>2</sup>	AGPI:AGS <sup>2</sup>
5 estrellas	59,57 <sup>a</sup>	31,40 <sup>a</sup>	28,16 <sup>a</sup>	23,74 <sup>a</sup>	4,42 <sup>b</sup>	0,90 <sup>a</sup>	0,75 <sup>a</sup>	0,14 <sup>b</sup>
4 estrellas	56,63 <sup>a</sup>	29,81 <sup>a</sup>	26,81 <sup>a</sup>	21,99 <sup>a</sup>	4,81 <sup>a</sup>	0,91 <sup>a</sup>	0,73 <sup>a</sup>	0,17 <sup>a</sup>

AG: ácidos grasos; AGS: ácidos grasos saturados; AGI: ácidos grasos insaturados; AGMI: ácidos grasos monoinsaturados; AGPI: ácidos poliinsaturados.

<sup>1</sup> Datos expresados en mg del ácido graso por cada 100 mg de grasa intramuscular.

<sup>2</sup> Proporción de ácidos grasos (insaturados, monoinsaturados, poliinsaturados) con respecto a los ácidos grasos saturados.

<sup>a,b,c,d</sup> Letras diferentes indican diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ).

**Tabla 14.** Promedios de los ácidos grasos totales obtenidos por cada microrregión.

Microrregiones	AG	AGS	AGI	AGMI	AGPI
Sabanas de Córdoba, Sucre y Bolívar	68,92 <sup>a</sup>	36,17 <sup>a</sup>	32,75 <sup>a</sup>	28,22 <sup>a</sup>	4,53 <sup>b</sup>
Valle del Cesar	56,68 <sup>b</sup>	30,38 <sup>b</sup>	26,29 <sup>b</sup>	21,43 <sup>b</sup>	4,86 <sup>b</sup>
Valle del Sinú	55,36 <sup>b</sup>	28,43 <sup>b</sup>	26,92 <sup>b</sup>	22,71 <sup>b</sup>	4,21 <sup>b</sup>
Magdalena Medio	60,63 <sup>b</sup>	31,80 <sup>b</sup>	28,83 <sup>b</sup>	23,41 <sup>b</sup>	5,41 <sup>a</sup>

AG: ácidos grasos; AGS: ácidos grasos saturados; AGI: ácidos grasos insaturados; AGMI: ácidos grasos monoinsaturados; AGPI: ácidos poliinsaturados. Datos expresados en mg del ácido graso por cada 100 mg de grasa intramuscular.

<sup>a,b,c,d</sup> Letras diferentes indican diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ).

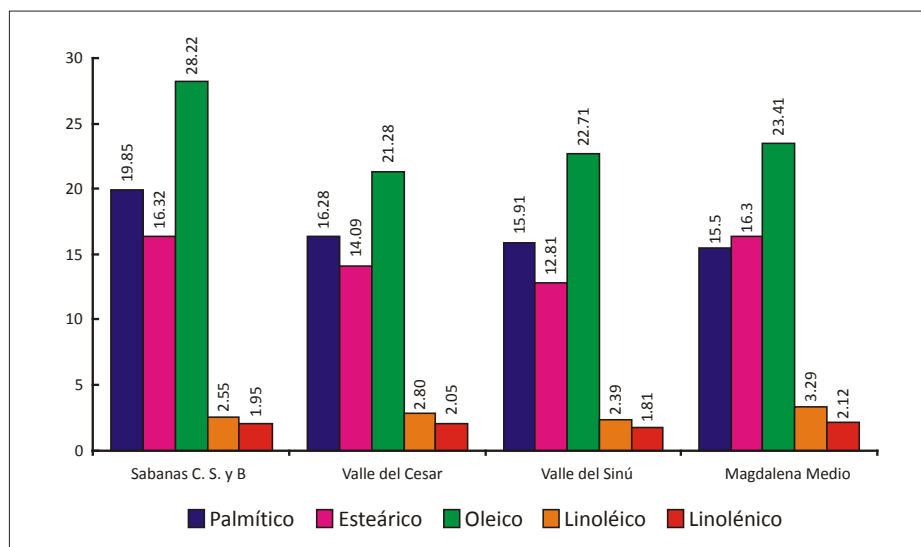
## CONSIDERACIÓN FINAL

Los resultados logrados en la presente investigación constituyen un aporte a la tecnificación y conocimiento de la actividad de ceba especializada en Colombia. No obstante, es conveniente adelantar estudios futuros con el fin de corroborar algunos datos obtenidos debido a que en la medición de los patrones de calidad es evidente una gran variabilidad en algunos registros por efecto de factores que deben ser controlados. Con base en la información presentada se propone el diseño de estudios focalizados y con un mayor número de variables controladas, con el propósito de resaltar la importancia de algunas microrregiones y tipos raciales frente a la producción de carne de calidad.

La información aquí presentada es el resultado del Convenio No. 275-2002 "Identificación de Nichos Estratégicos, Tecnologías y Patrones de Calidad de Canales Bovinas en la Región Caribe y el Magdalena Medio" realizado entre la Federación Nacional de Ganaderos -FEDEGAN-, el Instituto Colombiano de Ciencia y Tecnología 'Francisco José de Caldas' -COLCIENCIAS- y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -CORPOICA-.

## BILIOGRAFÍA CITADA

- Church, D.C. y W.G. Pond. 1987. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Ed. Limusa. México D.F. 280 p.
- David, B.W. y H.B. Hedrick. 1979. Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. *J. Anim. Sci.* 48(6): 1343-1348.
- Grundy, S.M. 1986. Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering cholesterol. *New Engl. J. Med.* 314: 745-748.



**Figura 1.** Promedios generales de ácidos grasos por microrregión ganadera evaluada (en mg de ácido graso \* 100 mg de grasa intramuscular).

Huerta-Leidenz, N.O. y G. Ríos. 1993. La castración a diferentes estadios de crecimiento: II. Efectos sobre las características de la canal. *Rev. Fac. Agr. LUZ* 10: 163.

Huerta-Leidenz, N.O., H.R. Cross, D.K. Lunt, L.S. Pelton, J.W. Savell, y S.B. Smith. 1991. Growth carcass traits and fatty acid profiles of adipose tissues from steers fed whole cottonseed. *J. Anim. Sci.* 69: 3665-3672.

Kazala, E.C., F.J. Lozeman, P.S. Mir, A. Laroche, D.R. Bailey y R J. Weselake. 1999. Relationship of fatty acid composition to intramuscular fat content in beef from crossbred Wagyu cattle. *J. Anim. Sci.* 77(7): 1717-1725.

Marchello J.A., F.D. Dryden y D.E. Ray. 1968. Variation in the lipid content and fatty acid composition of three bovine muscle as affected by different methods of extraction. *J. Anim. Sci.* 275: 1233-1238.

Miles, P.D. 1995. Lácteos y carne bovina como fuente dietaria de ácidos grasos poliinsaturados y Omega-3. En: Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Mar del Plata, Argentina. pp. 433.

Nour, A.Y. y M. Thonney. 1987. Carcass, soft tissue and bone composition of early and late maturing steers fed two housing types

and serially slaughtered over a wide weight range. *J. Agric. Sci.* 109: 345.

Uzcátegui, S., N. Huerta-Leidenz, L. Arenas, G. Colina, y N. Jerez-Timaure. 1999. Contenido de humedad, lípidos totales y ácidos grasos del músculo *Longissimus* crudo de bovinos en Venezuela. *Arch. Lat. Nut.* 49(2): 171-180.

Waldman, R.C., G. Suess y V.H. Brungardt. 1968. Fatty acids of certain bovine tissue and their association with growth, carcass and palatability traits. *J. Anim. Sci.* 48: 1343-1348.