

## Calidad nutricional de la carne bovina producida en Uruguay

A. Saadoun<sup>1,2</sup> y M. C. Cabrera<sup>3</sup>

Sección Fisiología y Nutrición, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay;  
Laboratorio de Nutrición y Calidad de los Alimentos, Facultad de Agronomía,  
Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.  
Recibido Junio 17, 2012. Aceptado Octubre 03, 2012.

### Nutritional quality of the beef produced in Uruguay

**ABSTRACT:** Meat from bovines is an important item in the human diet. This is related to the availability in beef of nutrients such as the essential amino acids, fatty acids and micronutrients, most of which have a highly available biochemical form. In Uruguay, beef production is of great economic relevance and includes operations based on the use of pastures and others using grain supplementation and feedlots. Consequently, it's important for beef producers to know the nutritional quality of this meat in order to promote their products in the international market. Knowledge about the nutritional quality of beef can also help consumers to choose what kind of meat they prefer to promote better health. The present review of the literature presents data concerning the nutritional quality of beef produced in Uruguay.

**Key words:** Beef, Fatty acids, Microminerals, Nutritional quality, Uruguay

**RESUMEN:** La carne bovina es de una importancia capital en la alimentación humana, debido principalmente a su contenido de algunos nutrientes como los aminoácidos esenciales, los ácidos grasos y los micronutrientes, la mayoría de los cuales se hallan presentes en formas bioquímicas altamente disponibles en comparación con otros alimentos. En Uruguay la producción de carne es un rubro de importancia económica esencial y los sistemas de producción incluyen tanto el uso de praderas como de alimentación intensiva. En consecuencia es de interés para el país y los productores, caracterizar la calidad nutricional de dichas carnes para poder valorarlas y promoverlas hacia los mercados de exportación. Conocer la calidad nutricional de la carne bovina de Uruguay permite también orientar adecuadamente a los consumidores del país en el uso de este alimento para promover su salud. Esta revisión de literatura tiene como objetivo presentar lo que se conoce de la calidad nutricional de la carne bovina producida actualmente en el Uruguay.

**Palabras clave:** Ácidos grasos, Calidad nutricional, Carne bovina, Microminerales, Uruguay

#### Introducción

La composición nutricional de la carne bovina fresca presenta un interés particular para la nutrición y la salud humana, ya que la misma contiene la mayor parte de los nutrientes esenciales, proteínas de alto valor biológico, lípidos y principalmente micronutrientes, minerales y vitaminas, en cantidad adecuada y en formas bioquímicas utilizables por el organismo. La carne roja contribuye a una dieta saludable por su contenido y concentración de nutrientes esenciales (Williamson *et al.*, 2005;

McNeill -y Van Elswyk, 2012). Hoy se maneja la noción de que la carne es una «canasta» de nutrientes indispensable para la nutrición óptima y la salud preventiva (Cabrera *et al.*, 2010). La valorización a nivel comercial de la carne bovina está estrechamente ligada a su valor nutricional y funcional y a su importancia en la dieta.

En el Cuadro 1 se presentan los contenidos de los nutrientes que clásicamente identifican a la carne por el aporte importante a la dieta. A partir de los datos de Williamson *et al.* (2005) se presentan los

<sup>1</sup>Autor para la correspondencia, e-mail: asaadoun@fcien.edu.uy

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias, Sección Fisiología y Nutrición, Universidad de la República Montevideo, Uruguay.

<sup>3</sup>Laboratorio de Nutrición y Calidad de los Alimentos, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

Cuadro 1. Contenido en los principales nutrientes (/100 g) de la carne bovina fresca cruda producida en Uruguay y otros países sudamericanos comparada a datos de países de otras regiones

Nutrientes	Carne otras regiones <sup>1</sup>	Argentina <sup>2</sup>	Brasil <sup>3</sup>	Chile <sup>4</sup>	Uruguay <sup>5</sup>
Energía (kJ)	470-531	486-712	541-801	966	539-693
Proteína (g)	22.3-23.0	20.0-21.0	19.1-24	17	20-22.7
Lípidos (g)	2.5-5.1	4.0-12.0	3.1-12.8	16.8	4.2-9.2
Niacina (mg)	3.0-10.1	-	-	-	-
Vitamina B12 (µg)	0.9-2.0	-	-	-	-
Hierro (mg)	1.6-2.4	2.7	-	-	2.0-4.1 <sup>6</sup>
Zinc (mg)	4.0-4.7	3.7-5.3	-	-	2.3-7.3 <sup>6</sup>
Selenium (µg)	6.5-30.8	-	-	-	42-120 <sup>6</sup>

<sup>1</sup>Datos extraídos de Williamson *et al.* (2005) para Dinamarca, UK, Australia, USA.

<sup>2</sup>Datos extraídos de tablas de composición de alimentos de Argentina Argenfoods para lomo crudo y bife angosto crudo.

<sup>3</sup>Datos extraídos de Tabela barasileira de composição de alimentos, USP.

<sup>4</sup>Datos extraídos de CAPCHICAL, tabla Chilena de composición de alimentos.

<sup>5</sup>Datos extraídos de: Tabla de composición de alimentos de Uruguay.

<sup>6</sup>Cabrera *et al.* (2010) para Lomo y Bife angosto.

valores obtenidos en dos países europeos, Australia y USA; también a partir de los datos de las tablas de composición de cada país, se presentan los valores para Argentina, Brasil, Chile y Uruguay.

El consumo de carne bovina puede ser una buena manera de responder a los requerimientos cualitativos y cuantitativos de los nutrientes de impacto en la salud, ya que la carne roja es una fuente importante de proteínas, compuestos lipídicos y fundamentalmente de minerales esenciales en forma altamente biodisponible (McNeill y Van Elswyk, 2012).

La nutrición mineral es hoy un tema de importancia en el mundo porque las deficiencias de algunos minerales, especialmente los elementos traza, tienen un impacto negativo en el desarrollo infantil, en el embarazo y en la salud de personas de la tercera edad (Failla, 2003; Grantham-McGregor y Ani, 1999; Hambridge y Krebs, 2007). Por ejemplo, la ingesta insuficiente de Fe y Zn provoca anemia y fatiga, escaso desarrollo cognitivo y un menor rendimiento intelectual (Murphy y Allen, 2003). Además, los minerales, como Se, Zn, Fe son claves para el sistema enzimático que contrarresta los radicales libres en el organismo. Trabajos recientes (McNeill y Van Elswyk, 2012) muestran diferentes implicancias de la carne y su importancia en la prevención de deficiencias minerales así como en el mantenimiento de un peso corporal óptimo por ser un alimento que produce saciación.

Sin embargo, el contenido y biodisponibilidad de los minerales, y la cantidad y composición de los lípidos, pueden variar en función de varios factores,

entre los cuales se incluyen la región geográfica (Hintze *et al.*, 2002), el tipo de animal (Cabrera *et al.*, 2010, Ramos *et al.*, 2012; Terevinto, 2010); la alimentación (Realini *et al.*, 2004), la edad (Pflanzer y Felicio, 2009) o los cortes de carne considerados (Cabrera *et al.*, 2010; Terevinto, 2010).

#### Contenido y Biodisponibilidad de los Minerales de la Carne Bovina Producida en Uruguay

Trabajos recientes de nuestro grupo de investigación (Cabrera *et al.*, 2010; Ramos *et al.*, 2012) han demostrado que la carne bovina producida en Uruguay, contiene elevados niveles de micronutrientes y especialmente Se, Zn y Fe, constituyendo así una fuente importante en la dieta humana. Estos tres minerales en conjunto con el Cu y Mn son claves para el sistema enzimático que barre los radicales libres en el organismo (Cabrera *et al.*, 2010), por lo cual están asociados a un efecto funcional como antioxidantes y como optimizadores de la capacidad intelectual y cognitiva. Algunos factores como la raza del animal y la alimentación podrían modificar estos contenidos, además del tipo de músculo considerado. Esto puede ser un elemento de valorización en un concepto de salud para los cortes cárnicos que ya son valiosos, así como, para los de menor valor comercial.

En Uruguay, la carne bovina producida para el mercado interno y externo proviene de sistemas de producción de base estrictamente pastoril o con incorporación de suplementos o terminados en encierro y concentrado, tipo *feedlot*. Recientemente, se obtuvieron datos en estudios locales, que muestran que el sistema de producción de bovinos de

carne puede provocar variaciones en los contenidos de minerales de importancia nutricional (Saadoun *et al.*, 2011). Además del contenido en sí, que da una idea de la riqueza o carencia de un mineral en la carne (Cabrera *et al.*, 2010), interesa también la bioaccesibilidad *in vitro* de estos minerales (Ramos *et al.*, 2012).

Es particularmente interesante el contenido de Fe de la carne y sus variaciones con los sistemas de producción, los cuales afectan los contenidos de Fe total (Saadoun *et al.*, 2011). La raza, el tipo de músculo y el tiempo de maduración afectan los contenidos y la biodisponibilidad del Fe (Cabrera *et al.*, 2010; Ramos *et al.*, 2012).

Referente al Fe, en Uruguay Cabrera *et al.* (2010) hallaron valores altos en novillos Hereford y Braford alimentados con pasturas en suelos de basalto (17 a 46 mg/kg carne fresca). Esto compara con otros trabajos publicados, como el de Farfán y Samman (2003) en novillos de 2 años, Criollos y Crebu (cruza de Criollo con Zebú) de Jujuy (Argentina) producidos a pasto (20 a 28 mg/kg carne fresca) y con los valores de Fe total hallados por Valenzuela *et al.* (2009) en Chile, en animales Holstein-Friesian de 6 meses de edad alimentados con concentrado (10 a 20 mg/kg carne fresca). En el Cuadro 2 se resumen los datos obtenidos para el Fe total y el Fe hemínico en los tres aludidos estudios realizados en la región.

Lombardi-Boccia *et al.* (2005), determinaron en cinco cortes un contenido de Fe de 18.0 mg a 23.7 mg/kg de carne fresca. Purchas y Busboom (2005) comparando el contenido de Fe en la carne de vaquillonas Angus terminadas a pasto en Nueva Zelanda, a iguales animales terminados a *feedlot* en USA, obtuvo valores más altos (25 mg/kg carne fresca) en las primeras. Gerber *et al.* (2009) analizaron cortes de lomo y bife angosto de Suiza y USA y obtuvieron valores de 16 a 25 mg/kg de carne fresca. Comparativamente, la región latinoamericana tiene ventajas relacionadas al sistema

predominante en base a pasturas produciendo una carne de novillos con valores de Fe total superiores a los europeos o a aquellos animales terminados con concentrado.

Respecto al Fe hemínico, que constituye la forma biodisponible del Fe de la carne, Ramos *et al.* (2012) hallaron valores de 22 a 33 mg/kg de carne fresca en novillos Hereford y valores menores en novillos Braford provenientes de sistemas pastoriles uruguayos, siendo éste aproximadamente un 70% del Fe total. Se destaca en dicho trabajo que factores como la raza y el tipo de músculo inciden fuertemente en estos valores. Por otro lado, en Chile, Valenzuela *et al.* (2009) encontraron valores de 65% de Fe hemínico con animales Holstein-Friesian, de 6 meses de edad alimentados con concentrado.

Otro mineral que en Uruguay se destaca por ser altamente afectado por el sistema de producción y alimentación es el selenio. Se comparó el contenido de Se en carnes de novillos Angus provenientes de sistemas pastoriles, pastoril más suplemento y sistema *feedlot* con encierro (Figura 1). La carne Angus proveniente de sistemas pastoriles uruguayos posee más Se que la carne proveniente de *feedlot* (Saadoun *et al.*, 2011), aunque estos contenidos varían con el tipo de músculo. Trabajos anteriores demostraron que en la carne de novillos Hereford alimentados con pasto los contenidos fueron superiores a los de la carne proveniente de *feedlot* (Cabrera *et al.*, 2010).

Resultados obtenidos por nuestro grupo de investigación muestran que se perdería parte de ese Se durante la maduración de la carne (Figura 2). La bioaccesibilidad del Se varía igualmente con el proceso de madurado (Ramos *et al.*, 2012). Este elemento de alto interés para la valorización de la carne madurada que exporta el Uruguay y para la salud del consumidor, considerando que la carne bovina es uno de los mayores aportes de Se en la dieta.

Cuadro 2. Contenidos (mg/kg carne fresca) de Fe total y hierro hemínico en la carne bovina producida en Uruguay, Chile y Argentina

	Argentina		Chile	Uruguay	
	Farfan y Samman (2003) <sup>1</sup>		Valenzuela <i>et al.</i> (2009)	Cabrera <i>et al.</i> (2010) <sup>2</sup>	Ramos <i>et al.</i> (2012) <sup>3</sup>
	Criollo	Cribú	Holstein-Freisian	Hereford	Braford
Fe	22-23	20-28	10-20	18-46	17-43
FeHeminico	-	-	6-15	22-33	21-25

<sup>1</sup>Incluye: bife angosto, paleta, cuadril y paleta.

<sup>2</sup>Incluye: bife angosto, cuadril, lomo, asado, paleta, peceto, bife ancho.

<sup>3</sup>Incluye: bife angosto, cuadril, lomo

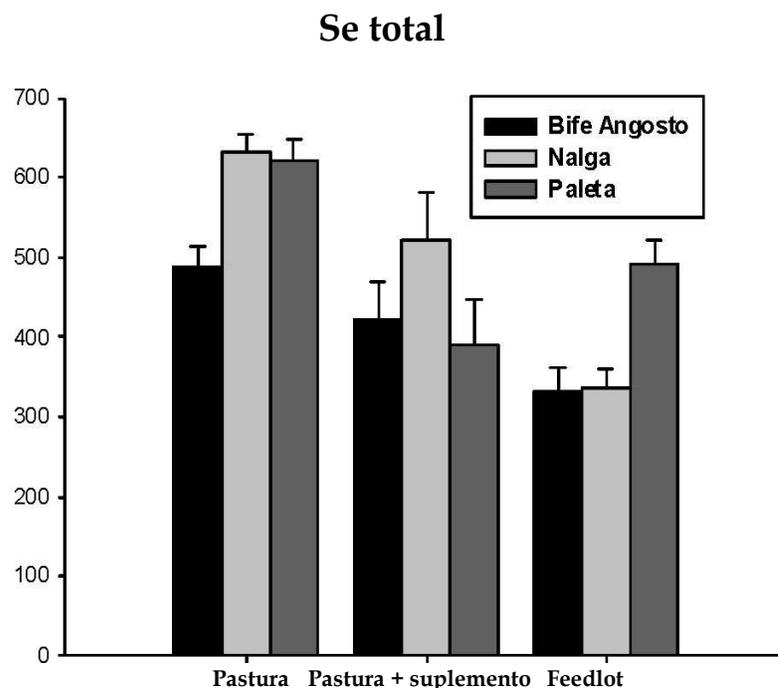


Figura 1. Contenido de Se total en los cortes Bife Angosto, Nalga y Paleta de carne fresca de novillos Aberdeen Angus alimentados a base de pastura, pastura más suplementación o en sistema *feedlot*. Efectos principales: Alimentación  $P < 0.001$  (Pastura > Pastura+Suplemento y *Feedlot*); Cortes  $P < 0.004$  (Nalga, Paleta > Bife Angosto); Alimentación X Cortes  $P < 0.003$ .

En la Figura 3 se resume el aporte potencial en Se, Cu, Zn y Fe total de una porción de 100 g de carne relativo a los requerimientos diarios de un hombre adulto, una mujer adulta y un niño menor de 10 años de edad. En las Figuras 4 y 5 se presentan los contenidos en Fe, Zn, Se, Cu y Mn de distintos músculos demostrando que existe una clara diferencia en la composición en microminerales de la carne dependiendo de qué músculo proviene la misma. Este es un punto importante para futuras investigaciones que buscan establecer usos distintos de cada corte según las necesidades de los consumidores. Esto es válido, al menos por ahora, para los microminerales Fe, Zn, Se, Cu y Mn.

#### Composición de ácidos grasos de la carne bovina en Uruguay

La carne bovina es una fuente de lípidos y de ácidos grasos de interés para la nutrición y la salud humana. La grasa de la carne bovina, es la fuente más concentrada de energía, confiere sabor a la carne y provee de nutrientes esenciales tales como vitaminas liposolubles y ácidos grasos esenciales. Debido a la relación existente entre la ingestión de grasa en general y de las fracciones lipídicas de la carne en particular y las enfermedades coronarias, se han originado muchos estudios que han puesto de manifiesto nuevos elementos para caracterizar la

carne en relación a los sistemas de producción. En Uruguay hemos enfatizado en la comparación de sistemas, de razas, de tipo de músculo y de procesos, en cuanto a cantidad de lípidos y a composición lipídica de la carne. La grasa en la carne está presente como grasa intermuscular (entre los músculos), grasa intramuscular (o marmoleado o veteado, es decir, dentro de los músculos) y grasa subcutánea (debajo de la piel). El contenido de grasa de la carne roja es variable, dependiendo de la raza, el corte, y del grado de recorte o *trimming* de tejido graso (DGCA, 2010).

El contenido de grasa intramuscular puede variar en mayor proporción debido a la alimentación recibida por los animales y al tipo de músculo, que debido al genotipo. En el trabajo de Latimori *et al.* (2008), realizado en Argentina, se observó una menor cantidad de grasa intramuscular en el músculo *Longissimus dorsi* (2.89%) en cualquiera de los genotipos utilizados (Aberdeen Angus, Charolais X Aberdeen Angus y Holstein argentino) cuando fueron alimentados a base de pastura, que con suplementación (4.25%), o en sistema *feedlot* (3.91%). Realini *et al.* (2004), en Uruguay, encontraron en novillos Hereford terminados a pasturas un contenido de grasa intramuscular de 1.68% mientras que los novillos terminados a grano presentaron un valor

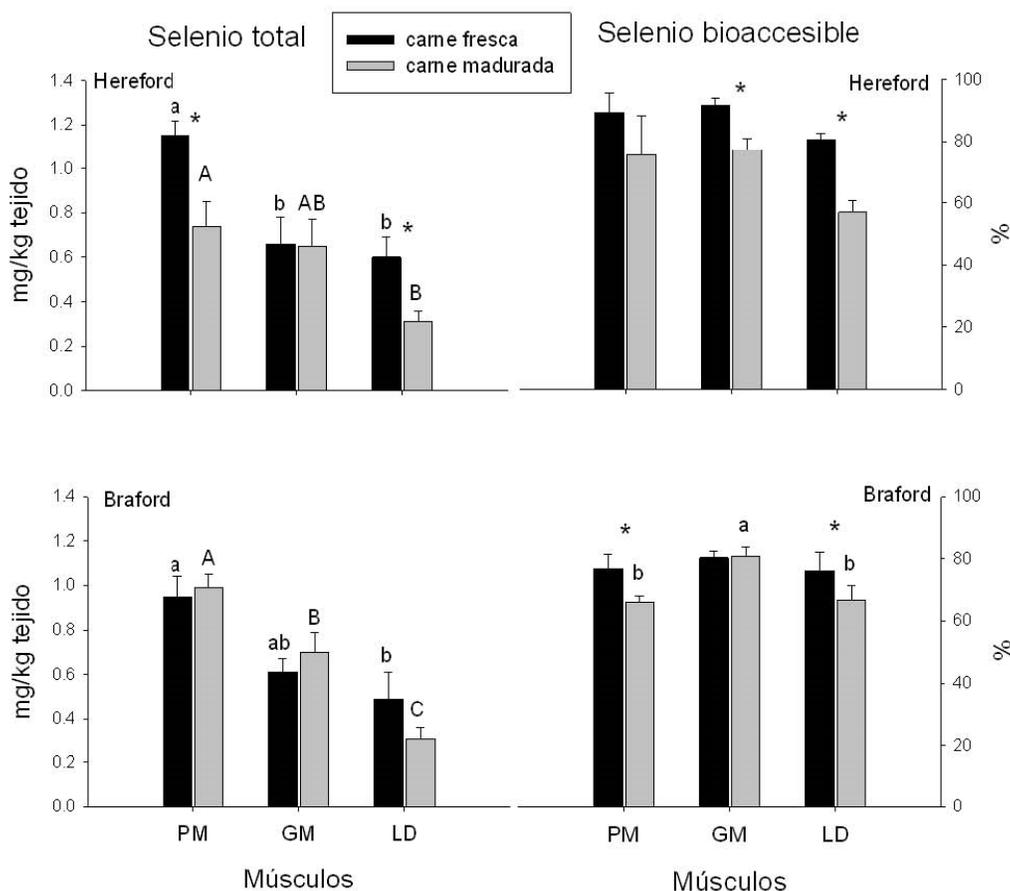


Figura 2. Contenido y bioaccesibilidad del Se en el músculo de novillos Hereford y Braford alimentados a pastura en Uruguay. Los datos en las columnas representan la media  $\pm$  SEM (n= 12).

\* = Diferencia significativa entre carne fresca y madura dentro de la misma raza y músculo ( $P < 0.05$ ). Letras minúsculas (carne fresca) o mayúsculas (carne madurada) muestran, dentro de la misma raza, diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre músculos.

PM= m. Psoas major; GM= m. Gluteus medius; LD= m. Longissimus dorsi. Ramos *et al.* (2012). Efectos principales Se total: Raza no significativo, Músculo  $P < 0.001$ , Maduración  $P < 0.01$ . Efectos principales Se bioaccesibilidad: Raza no significativo, Músculo  $P < 0.001$ , Maduración  $P < 0.001$ . (Ramos *et al.*, 2012).

Reproducido con permiso de Elsevier Lic. 3093031127596).

de 3.18% (Cuadro 3). Desde el punto de vista de la cantidad de grasa depositada, la carne proveniente de animales a pastoreo tendría un mayor interés para la salud cardiovascular por su menor contenido en grasa intramuscular. Sin embargo, la variación en el contenido de grasa intramuscular entre los músculos puede ser más importante que el tipo de alimentación. En el trabajo de Terevinto (2010), realizado en Uruguay, se encontró que los valores del contenido total de lípidos hallados en los tres músculos estudiados, *Longissimus dorsi*, *Gluteus medius* y *Psoas major* variaron de 2.75-3.87% en la carne fresca de la raza Hereford y de 1.63-3.65% en la carne fresca de la raza Braford. En

contenido total de lípidos de los músculos, la carne de novillos Hereford presentó mayor contenido que la de Braford, y el músculo *Longissimus dorsi* un menor contenido de lípidos comparado con el *Psoas major* y el *Gluteus medius*.

Pflanzler y Felicio (2009) determinaron en el *Longissimus thoracicus* de novillos Nelore en Brasil que la cantidad de grasa aumenta con la edad, de 4.2 a 5.7% (de 2 a 6 dientes) y es proporcional a la disminución de la humedad en el músculo, de 72.3 a 71%. La grasa de la carne bovina se compone de diversos tipos de ácidos grasos: saturados (AGS), mono insaturados (AGMI) y poli-insaturados (AGPI).

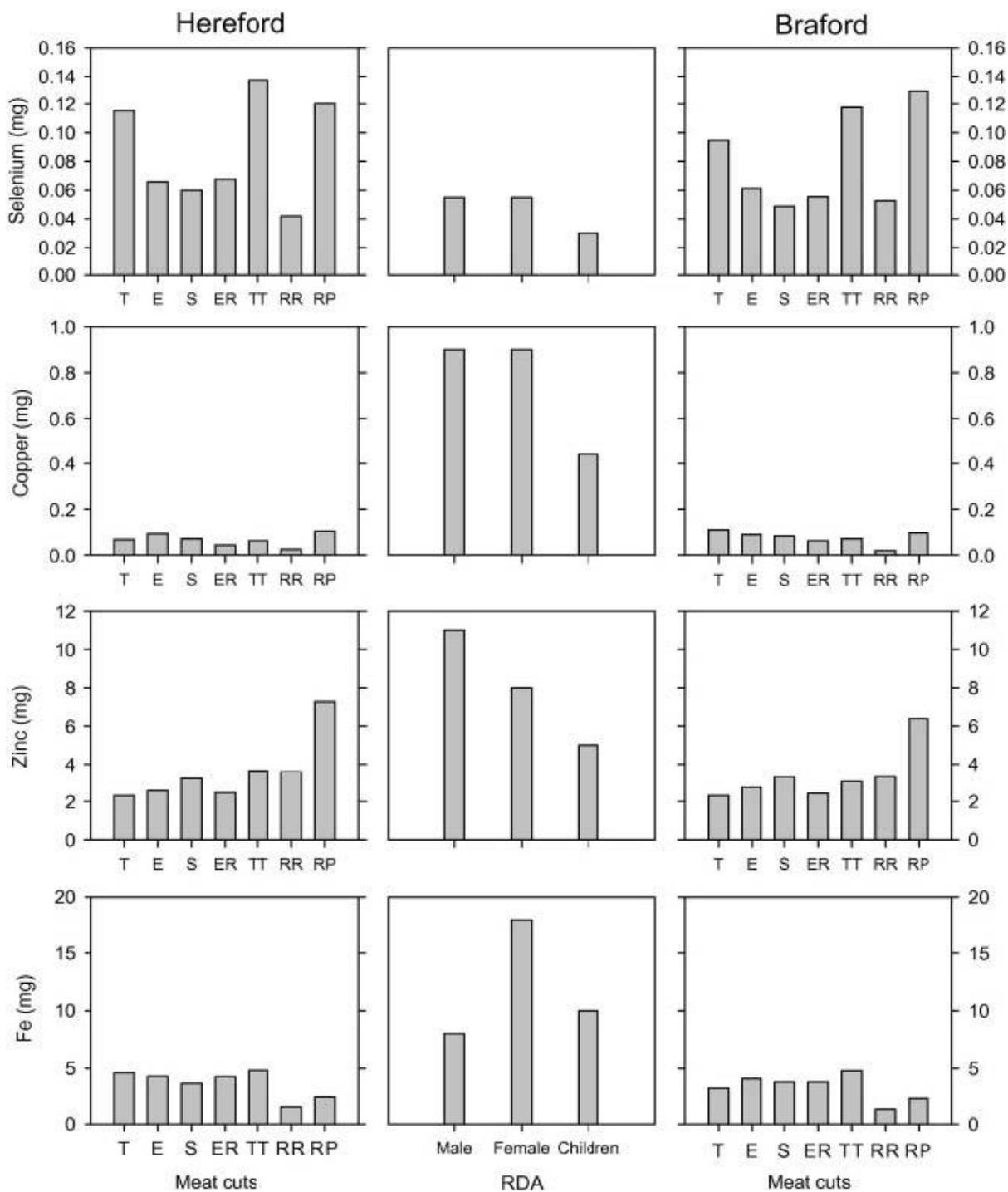


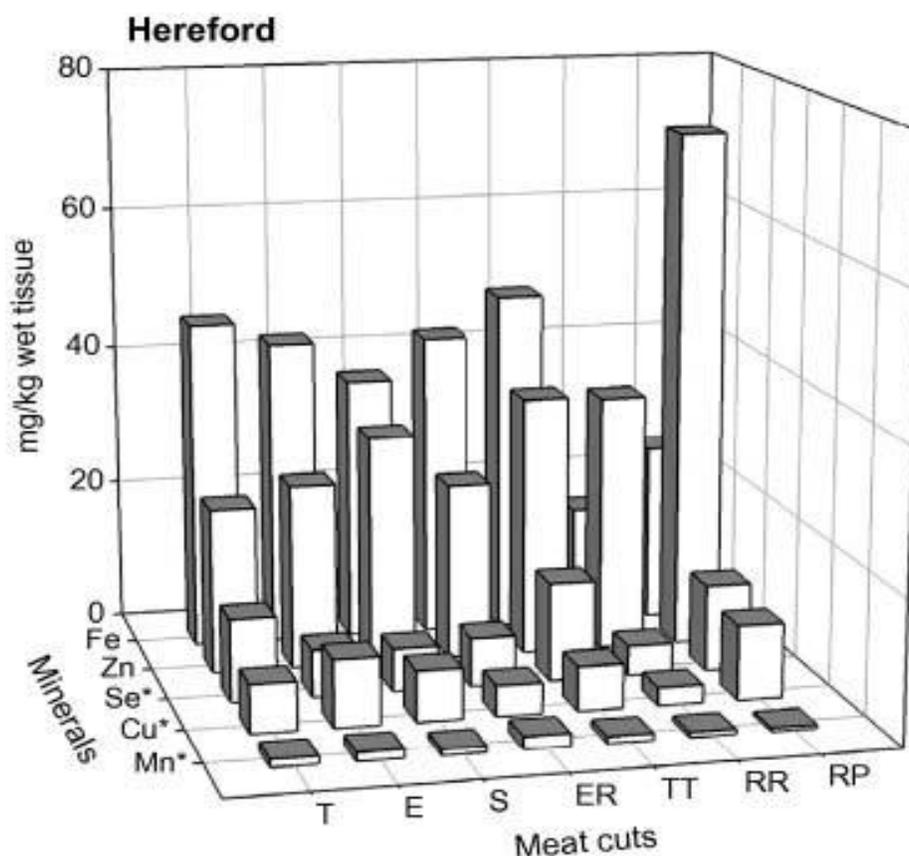
Figura 3. Contribución de 100 g de carne fresca de diferentes cortes provenientes de novillos Hereford y Braford a la recomendación dietaria diaria (RDA). Por mayor claridad los errores estándar se han omitido.

T = Tenderloin. E = Eye of rump. S = Striploin. ER = Eye round. TT = Tri-tip. RR = Rib eye roll.

RP = 3 rib plate-flank.

La barras de recomendaciones diarias proveniente de IMNA (2009) para hombre adulto (19-50 años), mujer adulta 19-50 años) y niños (4-8 años). (Cabrera *et al.*, 2010).

Reproducido con permiso de Elsevier Lic. 3093040665873).



\*Actual values of Se, Cu and were multiplied by factor 10 to improve visualization

Figura 4. Composición comparada en Fe, Zn, Se, Cu y Mn de siete cortes de carne provenientes de novillos Hereford alimentados con pastura. Las barras son medias (n = 10-15). Para mayor claridad los errores estándares han sido omitidos.

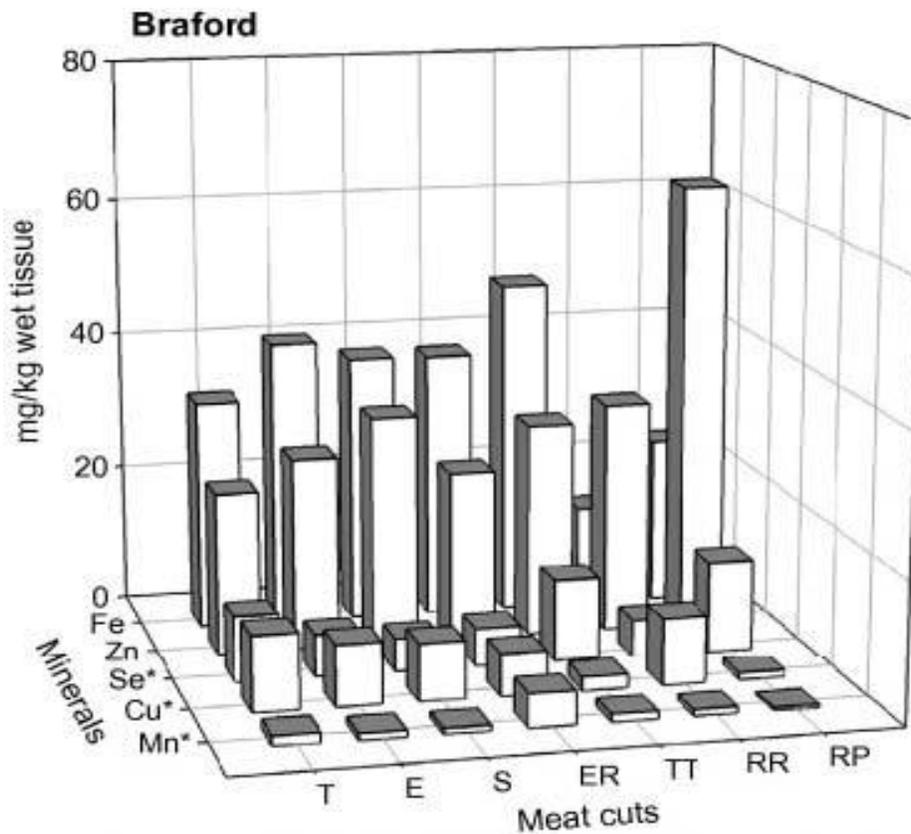
T = Tenderloin. E = Eye of rump. S = Striploin. ER = Eye round. TT = Tri-tip. RR = Rib eye roll. RP = 3 Rib plate-flank. (Cabrera *et al.*, 2010).

Reproducido con permiso de Elsevier, lic. 3093040665873).

A medida que la grasa intramuscular aumenta, los triglicéridos, los cuales son ricos en AGS, incrementan más rápidamente que los fosfolípidos (los cuales son ricos en AGPI), conduciendo a una disminución en la relación AGPI/AGS (Raes *et al.*, 2004). Comparando los valores obtenidos en los estudios realizados en Argentina, Brasil y Uruguay en relación al contenido de grasa de los cortes de animales engordados a pastura, se concluye que el contenido de grasa intramuscular fue bajo o moderado respecto al contenido de grasa de la carne de animales engordados con concentrado, dependiendo fuertemente del tipo de músculo (del Campo *et al.*, 2008). Por otro lado, Brito (2008) comparó el *Longissimus dorsi* de novillos de 2 y 3 años producidos en Uruguay con animales equivalentes de Alemania, España y Reino Unido y encontró que la

relación AGPI/AGS fue más alta en Uruguay y España. Desde el punto de vista de la salud del consumidor el valor recomendado para AGPI/AGS es 0.4 o más alto (WHO, 2003).

La carne roja magra contiene proporciones similares de AGMI y AGS, pero variables según la edad de los animales. El perfil de ácidos grasos de la carne también varía dependiendo de la alimentación recibida y de las proporciones de grasa y parte magra presentes en el músculo. La carne magra es más alta en AGPI y más baja en AGS (menos de 2 g por 100 g de carne), comparada con la carne a la cual no se le aplicaron recortes del tejido graso. Terevinto (2010) encontró diferencias en la composición de ácidos grasos de novillos de dos razas, Hereford y Braford, criados a pasto en Uruguay, siendo los niveles de AGPI como 18:3 n-3 y 20:4n-6 superiores



\*Actual values of Se, Cu and were multiplied by factor 10 to improve visualization

Figura 5. Composición comparada en Fe, Zn, Se, Cu y Mn de siete cortes de carne provenientes de novillos Braford alimentados con pastura. Las barras son medias (n = 10-15). Para mayor claridad los errores estándares han sido omitidos. T = Tenderloin. E = Eye of rump. S = Striploin. ER = Eye round. TT = Tri-tip. RR = Rib eye roll. RP = 3 Rib plate-flank. (Cabrera *et al.*, 2010).

Reproducido con permiso de Elsevier Lic. 3093040665873).

en la raza Braford que en la Hereford. El *trimming* (eliminación de la grasa de cobertura) afecta las proporciones de ácidos grasos, ya que como se recorta la grasa visible y ésta es la más alta en AGS (37 g por 100 g de carne) se verán aumentados los otros ácidos grasos (Li *et al.*, 2005).

Los principales AGS presente en la carne roja son el ácido palmítico y el ácido esteárico (Higgs, 2000). Hay también cantidades de menor importancia de ácido mirístico el cual parece aumentar el nivel de colesterol en sangre más potentemente que el ácido palmítico (efecto aterogénico), mientras que el ácido esteárico parece no tener ningún efecto sobre el nivel de colesterol, a pesar de ser un AGS (DGCA, 2010). El principal AGMI es el ácido oleico y aproximadamente entre un 30 y 40% de la grasa de la carne está compuesta por los AGMI (Higgs, 2000).

Como se ha dicho anteriormente, la carne roja contiene AGPI, siendo el más predominante el ácido linoleico (n-6) y el ácido á-linolénico (n-3), los cuales son ácidos grasos esenciales porque no pueden ser sintetizados por el organismo humano. Aunque la carne bovina fresca contiene niveles bajos de AGPI, contribuye algo sustancial a la ingestión al aportar entre un 18% de AGPI n-6 y un 17% de AGPI n-3 a la vez que contribuye con alrededor del 23% de la ingestión total de grasa (Henderson *et al.*, 2003). En Nueva Zelanda se considera que la contribución de la carne roja fresca a la ingestión de ácidos grasos sería de 11% para los AGMI, de 3% para los AGPI y de 10% para los AGS (Meat and Wool New Zealand, 2004).

La carne también contiene pequeñas cantidades de AGPI n-3 de cadena larga como el ácido eicosapentaenoico (EPA), docosapentaenoico (DPA) y docosahexaenoico (DHA), (Higgs, 2000). Estudios

Cuadro 3. Efecto de la alimentación, pastura (P) o concentrado (C) en la composición en ácidos grasos, lípidos totales y distribución proporcional de ácidos grasos en la grasa intramuscular (IM) de la carne de novillos en Uruguay, Argentina y Brasil

	Uruguay		Argentina		Brasil	
	Realini <i>et al.</i> (2004) <sup>a</sup>		Descalzo <i>et al.</i> (2005) <sup>b</sup>		Bressan <i>et al.</i> (2011) <sup>c</sup>	
	P(n=10)	C(n=20)	P(n=10)	C(n=10)	P(n=46)	C(n=114)
Lípidos %	1.68±0.25 <sub>a</sub>	3.18±0.17 <sub>b</sub>	2.7±1.24 <sub>a</sub>	4.7±1.4 <sub>b</sub>	3.16 <sub>a</sub>	7.65 <sub>b</sub>
14:0	1.64±0.10 <sub>a</sub>	2.17±0.07 <sub>b</sub>	2.2±0.3 <sub>a</sub>	2.0±0.3 <sub>a</sub>	2.45 <sub>a</sub>	3.27 <sub>b</sub>
14:1	0.23±0.02 <sub>a</sub>	0.41±0.02 <sub>b</sub>	-	-	-	-
16:0	21.6±0.53 <sub>a</sub>	24.26±0.37 <sub>b</sub>	22.0±1.9 <sub>a</sub>	25.0±1.8 <sub>a</sub>	23.24 <sub>a</sub>	25.22 <sub>b</sub>
16:1	2.50±0.14 <sub>a</sub>	3.38±0.10 <sub>b</sub>	3.8±0.3 <sub>a</sub>	3.6±0.2 <sub>a</sub>	1.26 <sub>a</sub>	1.18 <sub>b</sub>
18:0	17.7±0.51 <sub>a</sub>	15.77±0.36 <sub>b</sub>	19.1±2.3 <sub>a</sub>	18.2±3.1 <sub>a</sub>	-	-
18:1,n-9	31.5±0.77 <sub>a</sub>	37.28±0.54 <sub>b</sub>	29.5±2.3 <sub>a</sub>	34.3±4.2 <sub>b</sub>	33.08 <sub>a</sub>	32.58 <sub>a</sub>
18:2n-6	3.29±0.22 <sub>a</sub>	2.84±0.15 <sub>b</sub>	5.4±1.1 <sub>a</sub>	4.7±1.7 <sub>a</sub>	-	-
18:3n-3	1.34±0.05 <sub>a</sub>	0.35±0.04 <sub>b</sub>	1.4±0.1 <sub>a</sub>	0.7±0.2 <sub>b</sub>	-	-
CLA c9t11	0.41±0.02 <sub>a</sub>	0.23±0.04 <sub>b</sub>	-	-	-	-
CLA total	0.53±0.03 <sub>a</sub>	0.25±0.02 <sub>b</sub>	-	-	-	-
20:3n-6	-	-	0.4±0.1 <sub>a</sub>	0.3±0.1 <sub>a</sub>	0.30 <sub>a</sub>	0.09 <sub>b</sub>
20:4n-6 ARA	1.28±0.10 <sub>a</sub>	0.95 ±0.07 <sub>b</sub>	1.6±0.6 <sub>a</sub>	1.2±0.2 <sub>a</sub>	1.28 <sub>a</sub>	0.14 <sub>b</sub>
20:5n-3 EPA	0.69±0.05 <sub>a</sub>	0.30±0.04 <sub>b</sub>	Tr	Tr	-	-
22:4n-6,	-	-	0.03±0.01 <sub>a</sub>	0.10±0.04 <sub>b</sub>	-	-
22:5n-3 DPA	1.04±0.07 <sub>a</sub>	0.56±0.05 <sub>b</sub>	0.6±0.1 <sub>a</sub>	0.4±0.2 <sub>a</sub>	0.94 <sub>a</sub>	0.28 <sub>b</sub>
22:6n-3 DHA	0.09±0.02 <sub>a</sub>	0.09±0.0 <sub>a</sub>	Tr	Tr	0.10 <sub>a</sub>	0.07 <sub>b</sub>
SAT	49.1±0.72 <sub>a</sub>	47.6±0.51 <sub>a</sub>	42.85±2.9 <sub>a</sub>	45.49±3.86 <sub>a</sub>	48.5	52.5
MUFA	40.9±0.80 <sub>a</sub>	46.3±0.56 <sub>b</sub>	34.17±1.51 <sub>b</sub>	37.83±4.35 <sub>a</sub>	42.6	42.4
PUFA	9.96±0.61 <sub>a</sub>	6.02±0.43 <sub>b</sub>	10.31±2.25 <sub>b</sub>	7.29±2.59 <sub>a</sub>	9.2	4.8
n-6:n-3	1.44 <sub>a</sub>	3.00 <sub>b</sub>	3.72 <sub>a</sub>	5.73 <sub>b</sub>	1.57	5.21

<sup>a</sup>Novillos Hereford, *Longissimus*, <sup>b</sup>Novillos cruza, *Psoas*, <sup>c</sup>Novillos *B. Taurus* e *Indicus*. Tr = Trazas. - = no hay datos en el trabajo citado. Letras minúsculas diferentes en la misma fila dentro de cada país, indican diferencias significativas entre P y C (P <0.05).

recientes han confirmado que los AGPI n-3 como el EPA y DHA tienen potencial como beneficios en relación a la salud cardiovascular, especialmente en aquellos individuos que ya han sufrido un infarto. Se recomienda ingestión de al menos 450 mg diarios de los AGPI n-3 (DGCA, 2010). Sólo una pequeña cantidad de estos AGPI n-3 de cadena larga se encuentran en la carne, pero debido a que hay pocas fuentes ricas en estos ácidos grasos, a excepción del pescado, la carne puede contribuir útilmente a la ingestión de estos importantes ácidos grasos. (Williamson *et al.*, 2005).

El contenido en AGPI de la carne roja está fuertemente influenciado por la alimentación del animal (Realini *et al.*, 2004) o por la raza (Terevinto, 2010). La carne de bovinos terminados a pasto, sistema de producción existente en Uruguay presenta mayores contenidos de AGPI (ácido linoleico y ácido linolénico), que la carne de bovinos terminados a grano, dependiendo además del tipo de pastura utilizada (Cuadro 3; Realini *et al.*, 2004). Esto es debido a que una proporción pequeña del ácido

graso principal que contiene el pasto, el ácido linolénico, puede escapar a la biohidrogenación en el rumen, e incorporarse al tejido graso. La carne también proporcionará AGPI n-3 de cadena larga como resultado de la transformación del ácido linolénico a EPA y DHA.

La carne bovina es también una fuente dietaria del ácido linoleico conjugado (CLA) el cual ocurre naturalmente en el rumen. Una característica importante de la calidad de la carne de sistemas pastoriles uruguayos es su alto contenido de isómeros del CLA, principalmente el isómero cis-9, trans-11 (Realini *et al.*, 2004). Este isómero es incorporado en la carne tanto por vía directa (escape ruminal) o indirecta (síntesis endógena), y se produce como resultado del proceso de biohidrogenación en el rumen en el cual los ácidos grasos insaturados de la dieta son primero isomerizados y parcialmente saturados más tarde. Se ha establecido que alguno de estos isómeros del CLA poseen propiedades anticancerígenas e inmuno-estimulantes (Tricon *et al.*, 2005).

Cuadro 4. Lípidos totales (%) y composición de ácidos grasos (% del total) de los músculos *Psoas major* (PM), *Gluteus medius* (GM) y *Longissimus dorsi* (LD) frescos (F) y madurados (M) de novillos Hereford y Braford alimentados a pasto

	Hereford						Braford						Efectos principales		
	PM		GM		LD		PM		GM		LD		Mo	Ma	R
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M			
% lípidos	3.03±0.39	3.78±0.73	3.87±0.64	3.82±0.33	2.75±0.70	2.52±0.44	3.65±0.69	3.06±0.81	3.14±0.34	2.33±0.23	1.63±0.54	1.99±0.14	**	NS	*
C14:0	2.32±0.15	2.40±0.23	1.81±0.09	1.75±0.05	2.40±0.03	2.17±0.06	2.06±0.31	2.10±0.46	1.59±0.09	2.04±0.32	1.98±0.25	1.86±0.44	NS	NS	NS
C14:1	0.38±0.01	0.32±0.02	0.33±0.06	0.31±0.07	0.39±0.12	0.41±0.05	0.22±0.06	0.30±0.08	0.32±0.03	0.30±0.04	0.29±0.06	0.46±0.15	NS	NS	NS
C16:0	25.62±0.61	26.40±0.76	22.13±1.55	22.48±0.76	27.23±0.60	25.78±1.38	25.29±1.00	25.08±1.16	22.07±0.69	23.90±0.86	26.04±0.67	24.41±2.17	***	NS	NS
C16:1	2.94±0.15	2.70±0.22	3.06±0.49	2.74±0.38	3.83±0.38	3.34±0.59	2.39±0.22	2.67±0.30	2.04±0.36	2.55±0.27	2.49±0.21	3.61±0.35	*	NS	*
C18:0	16.64±0.62	17.59±1.26	15.08±0.40	15.56±1.17	15.34±1.08	15.65±1.39	20.29±0.04	18.22±0.61	14.23±0.36	16.60±1.49	14.91±0.92	12.49±1.24	***	NS	NS
C18:1n9	38.20±1.03	37.24±1.15	39.39±3.16	39.86±2.22	39.21±1.46	37.83±1.94	38.36±0.78	37.02±1.12	35.86±3.33	34.19±2.16	35.90±1.51	36.82±1.35	NS	NS	NS
C18:2n6	3.04±0.30	2.70±0.22	3.79±0.66	3.60±0.44	2.81±0.18	3.43±0.38	3.24±0.16	3.93±0.82	4.56±0.52	4.61±0.29	4.82±0.81	4.94±1.25	NS	NS	**
C20:0	0.08±0.01	0.08±0.02	0.18±0.11	0.15±0.04	0.11±0.04	0.18±0.10	0.11±0.02	0.11±0.02	0.11±0.02	0.13±0.03	0.08±0.008	0.14±0.05	NS	NS	NS
C20:1	0.137±0.007	0.16±0.06	0.20±0.15	0.12±0.06	0.07±0.03	0.17±0.09	0.14±0.01	0.13±0.01	0.21±0.06	0.15±0.03	0.30±0.14	0.25±0.02	NS	NS	NS
C18:3n3	0.81±0.14	0.88±0.07	1.81±0.26	1.77±0.10	1.15±0.15	1.40±0.26	1.12±0.08	1.35±0.26	2.14±0.09	2.01±0.19	1.61±0.41	2.28±0.71	**	NS	*
CLA*	0.55±0.10	0.55±0.05	0.62±0.17	0.66±0.07	0.56±0.18	0.46±0.16	0.26±0.04	0.33±0.03	0.98±0.63	0.62±0.27	0.32±0.12	0.31±0.08	NS	NS	NS
C20:4	0.41±0.06	0.43±0.04	0.86±0.13	0.91±0.22	0.63±0.16	0.73±0.20	0.49±0.07	0.87±0.24	1.25±0.25	1.43±0.19	1.30±0.60	1.04±0.21	*	NS	*
EPA	0.12±0.03	0.17±0.01	0.50±0.10	0.59±0.16	0.27±0.09	0.30±0.06	0.17±0.04	0.26±0.12	0.77±0.13	0.78±0.21	0.68±0.41	0.51±0.14	**	NS	NS
DPA	0.23±0.04	0.48±0.15	0.74±0.10	0.85±0.19	0.58±0.19	0.68±0.08	0.28±0.06	0.50±0.17	1.02±0.07	1.12±0.27	0.91±0.51	0.80±0.18	*	NS	NS
DHA	0.016±0.01	0.046±0.01	0.083±0.01	0.13±0.05	0.04±0.01	0.036±0.01	0.01±0.00	0.06±0.01	0.12±0.01	0.14±0.05	0.11±0.08	0.06±0.01	*	NS	NS
No ident.	8.50±0.60	7.85±0.41	9.40±3.55	8.50±1.01	5.39±0.31	7.43±1.86	5.59±0.72	7.08±1.32	12.72±4.26	9.43±1.64	8.28±0.17	10.03±1.70	NS	NS	NS

Los datos son la Media ± SEM. Mo: efecto músculo; Ma: efecto maduración; R: efecto raza; NS: no significativo; \*P<0.05; \*\*P<0.01; \*\*\*P<0.001. Irevinto (2010).

CLA es un término usado para describir una mezcla de isómeros de posición y geométricos del ácido linoleico. Los isómeros del CLA son intermediarios en la bihidrogenación del ácido linoleico y la mayoría del CLA es producido dentro del tejido periférico a partir del ácido vaccénico derivado del rumen. Se ha encontrado más de 10 isómeros del CLA en la carne bovina pero un isómero, el cis-9, trans-11, representa más del 70% del total de los mismos. La presencia en la dieta humana de isómeros posicionales y geométricos del ácido linoleico, especialmente el isómero cis-9, trans-11 (Tricon *et al.*, 2005), contribuye a la salud debido a sus características ya demostradas como anticarcinogénico y anti-aterogénico. Se han demostrado también efectos anti-obesidad para el isómero CLA trans-10 cis-12 (Layman *et al.*, 2003).

El CLA se halla naturalmente en pequeñas cantidades en los productos de los rumiantes como la carne y la leche. La alimentación de los animales influye en el contenido de CLA de la carne. Por ejemplo, la cantidad de CLA en la carne bovina de

Irlanda y Australia es 2-3 veces mayor que aquella de la carne de USA, debido a la mayor proporción de pasturas a lo largo del año en la dieta del animal (Moloney *et al.*, 2007). Debido a que el CLA se halla principalmente en la grasa intramuscular, los niveles pueden aumentar con el tipo de alimentación recibida por los animales. El potencial efecto benéfico del CLA en la salud humana, en relación a los lípidos de la sangre, y a la proporción de tejido magro/graso justifica cualquier acción tendiente a un mayor enriquecimiento de la grasa bovina en CLA (Moloney *et al.*, 2007).

Las diferencias entre razas en cuanto a la cantidad de lípidos en los tejidos están indirectamente relacionadas al contenido de CLA. Algunas razas que tienen tendencia a depositar más grasa intramuscular pueden depositar más CLA (Mir *et al.*, 2004).

La relación (n-6:n-3) también es importante ya que si es baja (alrededor de 4), habría una acción como inmuno-estimulante preventivo de enfermedades cardiovasculares.

### Conclusiones

La carne bovina producida en Uruguay presenta interesantes contenidos de minerales de impacto en la salud humana, como el Fe, sobre todo en su forma biodisponible el Fe hemínico, así como el selenio total y bioaccesible. Factores como el sistema de alimentación, la edad del animal, el músculo y el proceso de maduración afectan los contenidos y la biodisponibilidad de estos minerales. La carne de novillos proveniente de sistemas pastoriles presenta mayores contenidos de algunos minerales entre ellos el selenio. Referente a la composición de los lípidos, la carne de sistemas

pastoriles contiene más altos niveles del conjunto de isómeros del CLA (18:2) en los lípidos tisulares; más altas concentraciones de AGPI n-3, ácido esteárico (18:0), ácido linoleico, ácido linolénico, ácido araquidónico (20:4 n-6), eicosapentanoico (20:5 n-3, EPA) y docosapentanoico (22:5 n-3, DPA); menos C14:0 y C16:0 (aterogénicos), y una mejor relación n-6/n-3 que las carnes provenientes de animales alimentados con concentrados. También existen diferencias en cuanto a la composición de ácidos grasos en la carne de novillos alimentados con pasturas (16:1; 18:2, 18:3 y 20:4) y al contenido de grasa total intramuscular relacionado con la raza.

### Literatura Citada

- Bressan, M.C., L. V. Rossato, E. C. Rodrigues, S. P. Alves, R. J. B. Bessa, and E. M. Ramos. 2011. Genotype  $\times$  environment interactions for fatty acid profiles in *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on pasture or grain. *J. Anim. Sci.* 89:221-232.
- Brito, G. 2008. Diferenciación de las carnes bovinas del Uruguay a partir de sus atributos intrínsecos y su influencia en la salud humana y conservación del producto. Seminario Internacional «Enfoques sobre la calidad de carne y grasa en rumiantes», G. Garibotto and G. Bianchi, (Eds.) Paysandú, Uruguay: Universidad de la República, p. 1-19.
- Cabrera, M. C., A. Ramos, A. Saadoun, and G. Brito. 2010. Selenium, copper, zinc, iron and manganese content of seven meat cuts from Hereford and Braford steers fed pasture in Uruguay. *Meat Sci.* 84(3):518-528.
- del Campo, M., G. Brito, J. M. Soares de Lima, D. Vaz Martins, C. Sañudo, R. San Julián, P. Hernández, and F. Montossi. 2008. Effects of feeding strategies including different proportion of pasture and concentrate, on carcass and meat quality traits in Uruguayan steers. *Meat Sci.* 80: 753-760.
- Descalzo, A., E. M. Insani, A. Biolatto, A. M. Sancho, P. T. García, N. A. Pensel, and J. A. Josifovich. 2005. Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. *Meat Sci.* 70: 35-44.
- DGAC, Dietary Guidelines Advisory Committee. 2010. Report of the Dietary Guidelines Advisory Committee on the Dietary Guidelines for Americans, 2010. <http://www.cnpp.usda.gov/dietaryguidelines.htm>. Consultado enero 16, 2012.

- Failla, M. L. 2003. Trace elements and host defense: Recent advances and continuing challenges. *J. Nutr.* 133: 1443S- 1447S.
- Farfan, N. B. and N. Samman. 2003. Retention of nutrients in processed cuts of creole cattle. *J. Food Comp. Anal.* 16:459-468.
- Gerber, N., R. Brogioli, B. Hattendorf, M. R. Scheeder, C. Wenk, and D. Günther. 2009. Variability of selected trace elements of different meat cuts determined by ICP-MS and DRC-ICPMS. *Animal.* 3:166-172.
- Grantham-McGregor, S. M. and C. C. Ani. 1999. The role of micronutrients in psychomotor and cognitive development. *Brit. Med. J Bull.* 55: 3, 511-527.
- Hambidge, K. M. and N. Krebs. 2007. Zinc deficiency: A special challenge. *J. Nutr.* 137:4, 1101-1105
- Henderson, L., J. Gregory, K. Irving, C.J. Bates, A. Prentice, J. Perks, G. Swan, and M. Farron. 2003. The National Diet and Nutrition Survey: Adults Aged 19-64 years. Vol. 2: Energy, protein, carbohydrate, fat and alcohol intake. HMSO: London.
- Higgs, J. 2000. The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality. *Trends Food Sci. Technol.* 11:85-95.
- Hintze, K. J., G. P. Lardy, M. J. Marchello, and J. W. Finley. 2002. Selenium accumulation in beef: effect of dietary selenium and geographical area of animal origin. *J. Agric. Food Chem.* 50: 3938-3942.
- IMNA. 2009. Dietary intake references. Institute of Medicine of the National Academies (USA), <http://www.iom.edu/CMS/54133.aspx>.
- Latimori, N. J., A. M. Kloster, P. T. García, F. J. Carduza, G. Grigioni, and N. A. Pensel. 2008. Diet and genotype effects on the quality index of beef produced in the Argentine Pampeana región. *Meat Sci.* 79: 463-469.
- Layman, D. K, R. A. Boileau, D. J. Erickson, J. E. Painter, H. Shiue, C. Sather, and D. D. Christou. 2003. A reduced ratio of dietary carbohydrate to protein improves body composition and blood lipid profiles during weight loss in adult women. *J. Nut.* 133: 411-417.
- Li, D., S. Siriamornpun, M. L. Wahlqvist, N. J. Mann, and A. J. Sinclair. 2005. Lean meat and heart health. *Asian Pacific J. Clin. Nut.* 14:113-119.
- Lombardi-Boccia, G., S. Lanzi, and A. Aguzzi. 2005. Aspects of meat quality: trace elements and B vitamins in raw and cooked meats. *J. Food Comp. Anal.* 18:39-46.
- McNeill, S. and M. E. Van Elswyk. 2012. Red meat in global nutrition. *Meat Sci.*, doi: 10.1016/j.meatsci.2012.03.014.
- Meat and Wool New Zealand. 2004. Meat consumption and expenditure. Meat and Wool New Zealand - Economic Service, September.
- Mir, P. S., T. A. McAllister, S. Scott, J. Aalhus, J. Baron, D. McCartney, E. Charmley, L. Goone-wardene, J. Basarab, E. Okine, R. J. Weselake, and Z. Mir. 2004. Conjugated linoleic acid-enriched beef production. *Amer. J. Clin. Nut.* 79 (suppl): 1207-1211.
- Moloney, A. P., C. M. Daly, E. Ermias, K. J. Shingfield, and F. J. Monahan. 2007. The composition and oxidative stability of lipids in *longissimus* muscle from grazing cattle supplemented with sunflower oil alone or with fish oil. *Proc. Brit. Soc. Anim. Sci.* (in press).
- Murphy S. P. and L. H. Allen. 2003. Nutritional importance of animal source foods. *J. Nutr.* 133:3932S-3935S.
- Pflanzer, S. B. and P. E. de Felício. 2009. Effects of teeth maturity and fatness of Nellore (*Bos indicus*) steer carcasses on instrumental and sensory tenderness. *Meat Sci.* 83: 697-701.
- Purchas, R. W. and J. R. Busboom. 2005. The effect of production system and age on levels of iron, taurine, carnosine, coenzyme Q10, and creatine in beef muscles and liver. *Meat Sci.* 70:589-596.
- Raes, K., L. Haak, A. Balcaen, E. Claeys, D. Demeyer, and S. De Smet. 2004. Effect of linseed feeding at similar linoleic acid levels on the fatty acid composition of double-muscling Belgian Blue young bulls. *Meat Sci.* 66:307-315.
- Ramos, A., M. C. Cabrera, and A. Saadoun. 2012. Bioaccessibility of Se, Cu, Zn, Mn and Fe, and heme iron content in unaged and aged meat of Hereford and Braford steers fed pasture. *Meat Sci.* 91:116-124.
- Realini, C. E., S. K. Duckett, G. W. Brito, M. Dalla Rizza, and D. De Mattos. 2004. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Sci.* 66:567-577.
- Saadoun, A., A. Ramos, R. Palma, y M.C. Cabrera. 2011. Contenido de hierro, zinc y selenio en la carne de novillos Angus proveniente de tres sistemas de alimentación en Uruguay. *Anuario Angus 2011, Uruguay*, pp.132-135.
- Terevinto, A. 2010. Oxidación lipídica y proteica, capacidad antioxidante y actividad de las enzimas catalasa, superóxido dismutasa y glutatión peroxidasa en la carne fresca y madurada de novillos Hereford y Braford. Tesis Maestría Ciencias Agrarias. Facultad de Agronomía. Universidad de la Republica, Montevideo, Uruguay.
- Tricon, S., G. C. Burdge, C. M. Williams, P. C. Calder, and P. Yaqoob. 2005. The effects of conjugated linoleic acid on human health related outcomes. *Proc. Nutr. Soc.* 64:171- 182.
- Valenzuela, C., D. López de Romaña, D. Olivares, M. S. Morales, and F. Pizarro. 2009. Total iron and heme iron content and their distribution in beef meat and viscera. *Biol. Trace Elem. Res.* 132:103-111.
- Williamson, C. S., R. K. Foster, S. K. Stanner, and J. L. Buttriss. 2005. Red meat in the diet. *Nut. Bull.*30: 323-355. WHO.2003. Report of a joint WHO/FAO expert consultation. WHO Technical Report Series 916, Geneva (Switzerland).