

Calidad nutricional de la carne bovina y ovina de sistemas pastoriles: desde Uruguay para el mundo

Ali Saadoun¹ y María Cristina Cabrera²

¹Facultad de Ciencias, ²Facultad de Agronomía, Universidad de la República (UdelaR), Uruguay.

Introducción

La carne bovina y ovina es un alimento que contiene nutrientes valiosos necesarios al crecimiento y el desarrollo del organismo humano, así como al mantenimiento de su salud. Durante la evolución de la especie humana, la carne y los productos animales del mar y de los ríos fueron íntimamente asociados al desarrollo intelectual de los homínidos desde hace más de 1.8 mil años, cuando apareció el *Homo erectus* y después, hace 100 000 años, el *Homo sapiens*. Hay datos que parecen indicar que el aumento del tamaño del cerebro, de 900 g para *Homo erectus* hasta 1 400 g para el humano actual, se debe en gran parte al consumo de alimentos de origen animal, como la carne, y particularmente la médula ósea y productos del mar; alimentos con un alto contenido del ácido docosahexaenoico (DHA), un componente mayor de nuestro cerebro (Smil, 2002; Callaway, 2015). El consumo por los humanos de este ácido graso fue, y sigue siendo, determinante para la adquisición de las capacidades cognitivas (Brennan y Carlson, 2014; Cunnane y Crawford, 2014).

Pero el DHA no explica sólo el desarrollo cerebral y cognitivo ancestral de los humanos. También otros nutrientes han sido, hace 1.8 millones de años y lo siguen siendo hoy, importantes para el desarrollo cognitivo de los humanos. El hierro hemo, el selenio, el zinc y la vitamina B12 son algunos ejemplos. Estos nutrientes están presentes en la carne bovina y ovina, siendo la mayor fuente dietaria. En el caso del hierro hemo, las carnes bovina y ovina son

fuentes únicas, por su alta disponibilidad intestinal cuando es consumida por los humanos (Kongkachuichai *et al.*, 2002; Ramos *et al.*, 2012 a).

La composición de la carne refleja, en parte, la alimentación recibida por los animales, y aquella carne de animales terminados a pastura tendría ventajas en relación a otros sistemas de alimentación (Cabrera y Saadoun, 2014). Pocos países tienen las estructuras y las capacidades de producir en base a pasturas una carne bovina y ovina de calidad para ser ofrecida a los consumidores. El Uruguay es uno de estos países que produce, desde hace muchos años, carne proveniente de sistemas pastoriles que se exporta a todo el mundo.

Con el objetivo de valorizar la carne bovina y ovina –y en especial aquella producida en base a pasturas–, en este capítulo se hará una reseña de los biocomponentes con atributos de salud de la carne bovina y ovina, y se presentará el conocimiento actualizado a partir de los estudios sobre el valor nutricional de la carne producida en sistemas pastoriles en Uruguay.

Biocomponentes en la carne

La carne es una fuente de proteínas de muy alto valor biológico por su composición en aminoácidos y la alta biodisponibilidad de los mismos. Durante el proceso de digestión de este tipo de proteínas, se promueve la presencia de numerosos péptidos con atributos de salud aún poco conocidos y que justificarían más investigación (Bauchart *et al.*, 2007; Cabrera y Saadoun, 2014; Lafarga y Hayes, 2014). La carne contiene también lípidos y en particular ácidos grasos valiosos, así como minerales de gran importancia para la nutrición humana. La contribución de la carne en minerales es relevante y en el caso del hierro es esencial e irremplazable. En lo que concierne a los glúcidos y las vitaminas, sólo estas últimas están presentes de forma relevante e importante en la carne. A continuación se presentarán los principales biocomponentes presentes en la carne y cómo contribuyen a la salud.

Proteínas

En un adulto de 70 kg, la cantidad de proteína corporal representa una proporción entre 14 y 18 % del total. Casi la mitad de estas proteínas corporales se encuentran en el músculo esquelético. Cada día, se renuevan entre 200 y 250 g de proteínas o sea 2.5 % del total de las proteínas corporales. La disponibilidad de una fuente de proteínas de buena calidad nutricional, o sea con un perfil de aminoácidos en relación con las necesidades nutricionales, es importante para asegurar una adecuada reposición de las mismas en el organismo. En este sentido la carne es una fuente de alto valor nutricional como lo demuestra el cálculo del PDCAAS o índice de digestibilidad de la proteína corregido por el contenido de aminoácidos. El PDCAAS de la

carne es de 0.92 en comparación con la proteína referencia, el huevo y la caseína con un valor de 1. A título informativo, el PDCAAS de las lentejas, chicharos y garbanzos está entre 0.57 y 0.71. Otro ejemplo es el gluten de trigo que presenta un índice de 0.25 (De Castro y Reis, 2013).

Lípidos

Los lípidos son esenciales a la salud, y una dieta humana con menos de 2 % de lípidos conduce a problemas patológicos graves. Existen distintos tipos de lípidos que dan cuenta tanto de sus características químicas como funcionales. El colesterol, los ácidos grasos y algunas vitaminas representan los principales nutrientes lipídicos que se encuentran en la carne.

Colesterol

Es un lípido de gran importancia, que participa en el transporte de los lípidos en la sangre, la estructura celular y en la síntesis de numerosas hormonas y vitaminas lipídicas. Su presencia en la dieta humana ha generado numerosos trabajos de investigación, y durante 50 años se aconsejó limitar su ingesta a no más de 300 mg por día a manera de minimizar la aparición de enfermedades cardiovasculares (CVD), una de las principales causas de muertes en el mundo. La carne y los huevos han sido puestos en “cuarentena” por sus contenidos en colesterol. Sin embargo, en los últimos años, surgen investigaciones que originan opiniones de grupos de expertos en cuanto a que no existe una relación directa entre el nivel de ingesta del colesterol y las CVD (Cabrera *et al.*, 2006). Finalmente, en 2015, es admitido que no hay relación entre el consumo de colesterol y la ocurrencia de CVD (USDA, 2015).

Ácidos grasos

Los ácidos grasos en los alimentos se dividen en tres grandes grupos, los ácidos grasos saturados (SAT), monoinsaturados (MUFA) y poliinsaturados (PUFA). La composición promedio en estos ácidos grasos en la carne se ubica en 45-50 % de SAT, 40-45 % de MUFA y 5-10 % de PUFA (Saadoun y Cabrera, 2008; Cabrera y Saadoun, 2013). Existen variaciones importantes en la carne que dependen principalmente del sistema productivo conducido (extensivo o intensivo) y de la dieta suministrada a los animales, pasturas o alimentos concentrados (Van Elswyk y McNeill, 2014). También las razas utilizadas (inglesas, cebuinas y cruza) pueden presentar diferencias en la composición en los distintos ácidos grasos, pero dicho efecto es minimizado por el sistema y/o la dieta suministrada (Saadoun *et al.*, 2013).

Los SAT de la carne son representados principalmente por el ácido palmítico y el ácido esteárico. Los SAT son considerados como dañinos para la salud, ya que son asociados con la ocurrencia de CVD en humanos. En particular, el ácido palmítico y el ácido mirístico

parecen favorecer las CVD, mientras que el ácido esteárico parece tener un efecto neutro. En consecuencia, la proporción total en SAT no es una información suficiente, porque sus efectos sobre la salud humana no dependen de la cantidad, sino de la calidad de los mismos presentes en la carne. Esta calidad de los SAT presentes en la carne puede ser modificada favorablemente, aunque levemente por la presencia del rumen, por vía de la dieta suministrada a los animales.

Los MUFA en la carne son representados principalmente por el ácido oleico, que es considerado como un ácido graso favorable para la salud humana. Es también el ácido graso con mayor presencia en los alimentos tanto vegetales como animales, contribuyendo a dar mayor estabilidad oxidativa a los mismos.

Los PUFA de interés nutricional presentan distintos grados de insaturación, desde dos dobles enlaces como en el ácido linoleico hasta seis dobles enlaces para el ácido cervónico o más conocido como DHA. Los PUFA son ácidos grasos estructurales, siendo parte de las membranas celulares y estructuras funcionales en el cerebro, la retina y receptores sensitivos. La proporción de PUFA presentes en los tejidos animales es difícil de modificar por la dieta, ya que su localización está bajo control genético dependiendo de la especie y del órgano considerado. Dos particulares PUFA son esenciales y deben ser obtenidos a través de la dieta, el ácido linoleico de la familia n-6 y el ácido α -linolénico de la familia n-3. Este último es precursor del DHA aunque en los humanos la capacidad de sintetizar DHA a partir del ácido α -linolénico es reducida. Por esa razón, se aconseja obtener el DHA complementario por vía de la dieta. El ácido linoleico es el precursor del ácido araquidónico, precursor de los eicosanoides o sea de las prostaglandinas, tromboxanos, leucotrienos y lipoxinas, permitiendo al organismo tener reacciones inflamatorias frente a agresiones, aunque a veces dicha respuesta inflamatoria pueda traer complicaciones patológicas.

Existen otros ácidos grasos particulares en la carne, como los isómeros del CLA (ácido linoleico conjugado) detectado en cantidades significativas sólo en carne y leche de rumiantes, y que demostraron tener un efecto anticáncer en modelos animales, en particular el isómero c9-t11-CLA. El CLnA o ácido linolénico conjugado que se detectó sólo en carne y leche de rumiantes y que parece tener también un efecto anticáncer y antiobesidad en modelos animales (Scollan *et al.*, 2014). También los ácidos grasos trans-18:1 que provienen de la biohidrogenación en el rumen, presentando aparentemente poco efectos negativos en comparación con los ácidos grasos trans industriales (Scollan *et al.*, 2014).

Minerales

La carne presenta bajos contenidos en calcio y alto en sodio, potasio, fósforo, zinc y hierro. Para los dos últimos, la carne puede ser considerada como una fuente dietaria valiosa para la nutrición humana. La carne también contiene niveles significativos en cobre y selenio, aunque estos niveles pueden variar mucho según el tipo y la calidad del alimento ofrecido (pastura o concentrados) a los animales, y en el caso del selenio también depende del sitio geográfico donde se producen los animales (Hintze *et al.*, 2002; Cabrera y Saadoun, 2014).

El hierro es parte de la mioglobina y hemoglobina, esenciales para el proceso de respiración y oxigenación tisular. Tiene especial acción sobre los aspectos cognitivos en niños y adolescentes, y su disminución en la dieta agrega problemas de atención e hiperactividad. En el adulto, la falta de hierro provoca una disminución del rendimiento intelectual y sensación de fatiga (Cabrera y Saadoun, 2014)

En la actualidad existe una deficiencia nutricional en hierro a nivel mundial, por los cambios de hábitos alimenticios que se operan en todos los países, pero también por el muy poco fundado efecto negativo del consumo de carne fresca sobre la salud que se publicita en muchos ámbitos. En el caso del hierro, eso provoca que el 20% de la población mundial, en especial niños y adolescentes, padezca una anemia ferropriva por el solo hecho de comer muy poco o nada de carne fresca. El consumo de carne, aun moderado, puede ser una buena forma de proveer al consumidor con un mineral esencial como el hierro (Cabrera y Saadoun, 2014).

En el caso del zinc, una ingesta baja del mineral provoca también anemia, fatiga, raquitismo y crecimiento lento en niños y adolescentes. La falta de zinc afecta negativamente el sistema inmunológico y el sistema de enzimas antioxidantes, en particular la enzima Cu-Zn superóxido dismutasa, que protege al organismo de los radicales libres, responsables de los síndromes inflamatorios que promueven en algunos casos el desarrollo de tumores. Además, se observan desordenes cognitivos a todas las edades cuando el zinc no se ingiere en cantidades adecuadas (Murphy y Allen, 2003). Se estima que en los países en desarrollo, la carencia en zinc alcanza el 25 % de la población, mientras que en los países desarrollados la cifra alcanza el 7.5 % (Wessells y Brown, 2012).

Para el selenio, cuando la ingesta del mismo no es suficiente, el sistema inmunitario no puede responder adecuadamente a agresiones y el sistema de defensa antioxidativo no funcionará bien contra el ataque de los radicales libres. El selenio, asociado a la metionina for-

mando selenometionina, será absorbido rápidamente y eficientemente por el intestino y será parte del sitio activo de la enzima antioxidativa glutatión peroxidasa (Cabrera y Saadoun, 2014). En lo que respecta el cobre, una correcta ingesta permite, junto con el zinc, que se forme la enzima antioxidante Cu-Zn superóxido dismutasa, una de las enzimas claves en la defensa contra la agresión por parte de los radicales libres. El cobre también participa en el proceso de crecimiento y en particular en la síntesis del hueso y su resistencia (Bayer *et al.*, 2003; Cabrera y Saadoun, 2014).

Vitaminas

La carne es una fuente notable en vitaminas como la tiamina, riboflavina, ácido pantoténico, ácido fólico, niacina, vitamina B6 y de vitaminas A, D, E y C. Sin embargo, se asocia frecuentemente a la vitamina B12 (cobalamina) con el consumo de carne fresca. Sólo los productos animales son fuentes naturales de la vitamina B12. La vitamina B12 es necesaria al funcionamiento cerebral y se requiere en los procesos de hematopoyesis. El consumo de carne favorece la ingesta de vitamina B12 que, en presencia del factor intrínseco estomacal, es absorbida por el intestino (Bourre, 2006).

Biopéptidos

El contenido de proteínas con un perfil específico de aminoácidos y su digestibilidad son los mayores parámetros de valorización de la carne de rumiantes, aves o peces. Sin embargo, actualmente se considera el potencial de un alimento para producir péptidos biológicamente activos, como una nueva forma de valorar un alimento. Parece haber una relación de éstos con la salud humana, por sus efectos antioxidantes, antitrombóticos, opiodes, inmunomoduladores, antihipertensivos y antimicrobianos (Kitts y Weiler, 2003; Bauchart *et al.*, 2006). Especialmente los productos de origen animal contienen pequeños péptidos de bajo peso molecular, como la carnosina (β -Ala-His) y anserina (β -Ala-1-methylHis), siendo los mayores dipéptidos naturalmente presentes en el músculo esquelético (Boldyrev y Severin, 1990; Bauchart *et al.*, 2006). Otros pequeños péptidos y dipéptidos se liberan durante los procesos de proteólisis *post mortem*, dando en consecuencia un aumento de algunos de ellos, pero también una disminución de otros durante la cocción o almacenamiento en frío (Purchas *et al.*, 2004).

La carne producida sobre pasturas en Uruguay

Uruguay produce el 1 % de la carne que se consume a nivel mundial, ocupando el número 23 en el *ranking* mundial. Es el tercer país que consume más carne bovina (58.6 kg *per cápita*) y el sexto país exportador de carne bovina y ovina (INAC, 2014; USDA, 2014; Beef2live, 2015; SheepSite, 2015).

La producción bovina se realiza principalmente en dos sistemas, uno extensivo en base a pasturas que es el más difundido en el país, y un sistema intensivo con terminación basada en concentrados/granos (Feedlot). La producción de carne ovina también utiliza la terminación con granos enteros de maíz, sorgo, avena y trigo (INIA, 2009; Font *et al.*, 2009). Se ha propuesto que el sistema de producción en base a pasturas podría generar una carne con mejores indicadores nutricionales (lípidos, ácidos grasos, minerales, vitaminas) y una mayor resistencia a la oxidación, tanto como carne fresca o como carne procesada (Cabrera y Saadoun, 2013). Similares resultados han llevado a iguales conclusiones a partir de estudios realizados en otras partes del mundo y en el Uruguay (Gatellier *et al.*, 2004; Saadoun *et al.*, 2011; Van Elswyck y McNeil, 2014; Cabrera y Saadoun, 2014). Si bien la comparación entre sistemas extensivos e intensivos no es el propósito de este trabajo, en este capítulo se tratarán de resaltar las características nutricionales de la carne producida en sistemas pastoriles considerando que, para el Uruguay, es una importante oportunidad de valorizar un sistema productivo sustentable de carne. Esta producción está asociada a una imagen de la carne con mayores atributos de salud. Los resultados de los trabajos de investigación llevados a cabo en Uruguay que se presentan a continuación confirman estos postulados.

Carne bovina

Lípidos totales y ácidos grasos

La carne producida en base a pasturas presenta un tenor en lípidos menor que la carne producida en base a concentrado. También hay una menor cantidad de ácido palmítico, un ácido graso con acción aterogénica, mientras hay menos ácido oleico (Cuadro 1). La cantidad de ácido linoleico en la carne producida sobre pasturas está en cantidad interesante desde el punto de vista nutricional. La cantidad de los distintos ácidos grasos que se detectan en la carne bovina producida en pasturas en Uruguay es muy similar cuando se le compara con la cantidad detectada en el mismo tipo de producción en la región (Cuadro 1).

Cuando se consideran los criterios nutricionales y de salud cardiovascular, se ha visto que la producción de carne bovina en base a pasturas permite obtener un producto con índices muy favorables a la salud cardiovascular en comparación con productos obtenidos desde sistemas de producción con concentrados (Cabrera y Saadoun, 2013). Esa observación es válida para los índices aterogénicos, trombogénicos y colesterolémicos que deben tener valores lo más bajos posibles para una buena salud cardiovascular. Para el potencial anti-trombogénico, los valores favorables a una buena salud cardiovascular implican valores altos (Cuadro 2). Esa particularidad de la carne bovina producida en base a pasturas puede ser de gran importancia cuando se promociona este tipo de carne en el mercado internacional.

Cuadro 1: Contenido en ácidos grasos de la carne bovina producida en base a pasturas (P) y en base a concentrado (C).

	Uruguay (A) Realini et al.,2004.		Argentina (B) Descalzo et al.,2005.		Brasil (C) Bressan et al.,2011.	
	P(n=10)	C(n=20)	P(n=10)	C(n=10)	P(n=46)	C(n=114)
Lípidos, %	1.68±0.25a	3.18±0.17b	2.7±1.24a	4.7±1.4b	3.16a	7.65b
14:0	1.64±0.10a	2.17±0.07b	2.2±0.3a	2.0±0.3a	2.45a	3.27b
14:1	0.23±0.02a	0.41±0.02b	-	-	-	-
16:0	21.6±0.53a	24.26±0.37b	22.0±1.9a	25.0±1.8a	23.24a	25.22b
16:1	2.50±0.14a	3.38±0.10b	3.8±0.3a	3.6±0.2a	1.26a	1.18b
18:0	17.7±0.51a	15.77±0.36b	19.1±2.3a	18.2±3.1a	-	-
18:1,n-9	31.5±0.77a	37.28±0.54b	29.5±2.3a	34.3±4.2b	33.08a	32.58a
18:2n-6	3.29±0.22a	2.84±0.15b	5.4±1.1a	4.7±1.7a	-	-
18:3n-3	1.34±0.05a	0.35±0.04b	1.4±0.1a	0.7±0.2b	-	-
CLAc9t11	0.41±0.02a	0.23±0.04b	-	-	-	-
CLA total	0.53±0.03a	0.25±0.02b	-	-	-	-
20:3n-6	-	-	0.4±0.1a	0.3±0.1a	0.30a	0.09b
20:4n-6, ARA	1.28±0.10a	0.95 ±0.07b	1.6±0.6a	1.2±0.2a	1.28a	0.14b
20:5n-3, EPA	0.69±0.05a	0.30±0.04b	Tr	Tr	-	-
22:4n-6,	-	-	0.03±0.01a	0.10±0.04b	-	-
22:5n-3, DPA	1.04±0.07a	0.56±0.05b	0.6±0.1a	0.4±0.2a	0.94a	0.28b
22:6n-3, DHA	0.09±0.02a	0.09±0.0a	Tr	Tr	0.10a	0.07b
SAT	49.1±0.72a	47.6±0.51a	42.85±2.9a	45.49±3.86a	48.5	52.5
MUFA	40.9±0.80a	46.3±0.56b	34.17±1.51b	37.83±4.35a	42.6	42.4
PUFA	9.96±0.61a	6.02±0.43b	10.31±2.25b	7.29±2.59a	9.2	4.8
n-6:n-3	1.44a	3.00b	3.72a	5.73b	1.57	5.21

A: Novillos Hereford, *Longissimus*, B: Novillos cruza, *Psoas*, C: 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).

Cuadro 2: Índices* de salud cardiovascular de la carne bovina según el sistema de producción (Cabrera y Saadoun, 2013).

Índices	Pastura	Concentrado
Índice aterogénico	0.55	0.63
Índice trombogénico	1.60	2.73
Potencial antitrombogénico	0.90	0.27
Índice colesterolémico	2.26	2.85

* En base a los índices desarrollados por Ulbricht y Southgate (1991). Los índices fueron calculados por los autores a partir de datos de: Brito *et al.* (2010); De la Fuente *et al.* (2009). Para los índices, un valor bajo es ideal, salvo para el potencial antitrombótico que el valor ideal es un valor alto.

Contenido y biodisponibilidad de los minerales

La carne bovina producida en Uruguay contiene elevados niveles de micronutrientes (Cabrera *et al.*, 2010, 2013 a,b; Ramos *et al.*, 2012 a; Saadoun *et al.*, 2011) especialmente Se, Zn y Fe (Cuadro 3). Estos trabajos han mostrado que la riqueza de la carne bovina producida en Uruguay, en Se, Zn, Fe, en conjunto con el Cu y Mn le imprimen a un valor funcional por su efecto como antioxidantes y como optimizadores de la capacidad intelectual y cognitiva. En el Cuadro 3, se muestran contenidos de minerales en la carne de novillos alimentados a pasto en Uruguay y Brasil y se destaca que, a pesar de que existe una variación importante entre los músculos y el tipo de animal, hay diferencias también entre los contenidos en la carne según la región de producción, para el Fe y el Zn. Para minerales como el Se y el Cu, la información es muy escasa, siendo estos trabajos realizados en Uruguay pioneros.

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). Estos valores son superiores si comparamos con datos europeos de Lombardi-Boccia *et al.* (2005), en el cual determinaron en cinco cortes un contenido de Fe de 18.0 mg a 23.7 mg/kg de carne fresca, o con los datos de Gerber *et al.* (2009) que, en cortes de lomo y bife angosto de Suiza y USA obtuvieron valores de 16 a 25 mg/kg de carne fresca. Comparativamente, la región latinoamericana, y en especial el Uruguay, tiene ventajas relacionadas al sistema predominante en base a pasturas produciendo una carne de novillos con valores de Fe total superiores a los europeos.

Cuadro 3. Contenidos de minerales en la carne de novillos alimentados a pastura en Uruguay y Brasil.

100 g, carne fresca	Brasil De Freitas <i>et al.</i> , 2014. <i>Longissimus dorsi</i> (12-13era vertebra)			Uruguay Cabrera <i>et al.</i> , 2010) ²⁾ 7 cortes Ramos <i>et al.</i> , 2012a ³⁾ 3 músculos Cabrera <i>et al.</i> , 2013 ⁴⁾ 3 cortes		
	Hereford	Braford 1/4 (1/4 Nelore 3/4 Hereford)	Braford 3/8 (3/8 Nelore 5/8 Hereford)	Hereford	Braford 3/8	Angus (4)
Fe, mg	1.29	1.52	1.13	1.6-4.8 ⁽²⁾	1.4-4.7 ⁽²⁾	2.3-2.8
Heme Fe, mg				2.5-3.3 ⁽³⁾	2.1-2.5 ⁽³⁾	2.2-2.5
HFe/Fe, %				73-75%	68-73 %	89-95 %
Zn, mg	3.78	3.95	3.02	2.3-7.3 ⁽²⁾	2.3-6.4 ⁽²⁾	4.2-5.6
Na, mg	48.9	48.9	52.6			
K, mg	61.8	63.0	64.5			
Mg, µg	101.6	102.2	101.9			
Se, µg				42-115 ⁽²⁾	52-95 ⁽²⁾	48-62
Cu, µg				25-104 ⁽²⁾	19-109 ⁽²⁾	57-72
Mn, µg				5-17 ⁽²⁾	4-48 ⁽²⁾	8-10.5

El tipo de músculo considerado, la raza del animal, la alimentación y el proceso de maduración podrían modificar estos contenidos. En el trabajo de Cabrera *et al.* (2010) se presentan los contenidos en Fe, Zn, Se, Cu y Mn de distintos músculos en animales Hereford y Braford provenientes de sistemas pastoriles sobre basalto en Uruguay, demostrando que existe una clara diferencia en la composición en microminerales de la carne dependiendo de qué músculo proviene la misma. Estos resultados impactan en el concepto de valorización de la carne a nivel comercial para los cortes cárnicos que ya son valiosos, así como, para los de menor valor comercial. Éste 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.

Recientemente, se obtuvieron datos en estudios realizados en el país, que muestran que el sistema de producción de bovinos de carne puede provocar variaciones en el contenido de

minerales de importancia nutricional (Saadoun *et al.*, 2011). Es particularmente interesante, como se observa en el Cuadro 4, el contenido de Fe de la carne y sus variaciones con los sistemas de producción. La alimentación y el sistema de producción extensivo o intensivo afecta el contenido de Fe total y hemínico (Saadoun *et al.*, 2011; Cabrera *et al.*, 2013; Pereiro *et al.*, 2013), encontrándose valores más altos en el sistema pastoril *versus* Feedlot. En el conjunto de estos trabajos se observó que la carne Angus proveniente de un sistema basado sólo en pasturas o en pastura más suplemento contiene significativamente más Fe total que aquella del sistema Feedlot (Cuadro 4).

Cuadro 4. Contenido de Fe total y Fe hemínico (mg/kg carne fresca) en la carne de novillos Angus alimentados a pastura, pastura más suplemento o terminados con concentrado y encierro (Feedlot).

Tipo de alimentación	Fe total mg/kg carne fresca	Fe heme mg/kg carne fresca
Pastura	25 ± 0.8 a	22 ± 0.6 a
Pastura + suplemento	23 ± 0.8 a	21 ± 0.6 a
Feedlot	20 ± 0.9 b	18 ± 0.6 b

Los valores representan el promedio de 3 músculos (*Longissimus dorsi*, *Biceps femoris* y *Triceps brachii*). Letras minúsculas diferentes significan diferencia estadística entre los sistemas a $p < 0.05$. Adaptado de: Saadoun *et al.*, 2011; Cabrera *et al.*, 2013; Pereiro *et al.*, 2013.

Además del contenido total de cada mineral en sí, que da una idea de la riqueza o carencia de un mineral en la carne, interesa también la bioaccesibilidad de estos minerales (Ramos *et al.*, 2012 a). La raza, el tipo de músculo y el tiempo de maduración afectan los contenidos y la biodisponibilidad del Fe (Ramos *et al.*, 2012 a; Ramos *et al.*, 2012 b). Respecto al Fe hemínico, Ramos *et al.* (2012 a) 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, además del sistema y tipo de alimentación (Cabrera y Saadoun, 2014).

El contenido de Se y Zn también se destacó por ser altamente afectado por el sistema de producción y alimentación (Cuadro 5). Se comparó el contenido de selenio y de zinc en la carne de novillos Angus provenientes de sistemas pastoriles, pastoril más suplemento y sis-

tema Feedlot con encierro a partir de datos extraídos de Saadoun *et al.* (2011) y Cabrera *et al.* (2013) y se obtuvo que la carne Angus proveniente del sistema pastoril uruguayo posee más Se y Zn que la carne proveniente de Feedlot, 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 (Ramos *et al.*, 2012b), pero estas diferencias están condicionadas por el tipo de músculo que se utilizó en el estudio.

Cuadro 5. Contenido de Se total ($\mu\text{g}/\text{kg}$ carne fresca) y Zn total (mg/kg carne fresca) en la carne de novillos Angus alimentados a pastura, pastura más suplemento o terminados con concentrado y encierro (Feedlot).

Tipo de alimentación	Se $\mu\text{g}/\text{kg}$ carne fresca	Zn mg/kg carne fresca
Pastura	580 \pm 20 a	49 \pm 1 a
Pastura + suplemento	445 \pm 22 b	47 \pm 1 a
Feedlot	386 \pm 20 b	42 \pm 1 b

Los valores representan el promedio de tres músculos (*Longissimus dorsi*, *Biceps femoris* y *Triiceps brachii*). Letras minúsculas diferentes significan diferencia estadística entre los sistemas a $p < 0.05$. (Adaptado de: Saadoun *et al.*, 2011; Ramos *et al.*, 2012 a,b; Cabrera *et al.*, 2013).

Resultados obtenidos por nuestro grupo de investigación muestran que durante la maduración de la carne se perdería parte del selenio contenido en los diferentes cortes (Ramos *et al.*, 2012a). En la carne madurada durante 14 días a 1-2 °C bajo vacío, se observó una disminución del contenido de Se total y del Se bioaccesible en tres músculos de alto valor comercial como son el *Psoas major*, el *Longissimus dorsi* y el *Gluteus medius* (Ramos *et al.*, 2012a). Este efecto fue mayor en los músculos *Psoas major* y *Longissimus dorsi* de los novillos Hereford que en los novillos Braford. Este estudio aporta nuevos elementos 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.

La carne producida en sistemas pastoriles es un alimento valioso y completo, y permitiría mantener un estatus óptimo en cuanto a los requerimientos de los minerales que están en mayor riesgo de carencia a nivel global (IMNA, 2009). Nuestros estudios han aportado datos

de utilidad para la nutrición humana (Cabrera *et al.*, 2010). Los resultados muestran el aporte potencial en Se, Cu, Zn y Fe total de una porción de 100 gramos de distintos cortes de carne de novillos Hereford y Braford, producida en base a pasto en zona de basalto, relativo a los requerimientos diarios de un hombre adulto, una mujer adulta y un niño menor de 10 años de edad (Cabrera *et al.*, 2010). Se observa que una porción de 100 gramos de esta carne permite cubrir el 22-24 % del Cu requerido por niños menores de 10 años y el 100 % de las necesidades diarias en Se, 21-145 % del Zn necesario y 860 % del Fe necesario diariamente, considerando todas las edades (Cabrera y Saadoun, 2014).

Carne ovina

Los estudios del valor nutricional de la carne ovina producida en Uruguay son escasos, sin embargo, han demostrado en relación a la composición en lípidos, que la carne producida en el país muestra características nutricionales de interés al momento de promocionar esta carne en los mercados consumidores nacionales e internacionales. Existe una gran necesidad de ampliar la investigación sobre este tipo de carne que produce el Uruguay y que exporta a varios países.

Lípidos totales y ácidos grasos

La comparación entre la carne de corderos producidos en Uruguay con corderos producidos en Europa, permitió ver que los animales producidos en Uruguay presentan niveles más altos en ácidos grasos de interés para la salud del consumidor, como el ácido α -linolénico, un ácido graso esencial y el precursor de todos los ácidos grasos de la familia n-3 (Díaz *et al.*, 2005). En el mismo trabajo se observa que, tanto los corderos producidos bajo un sistema extensivo estándar como los que fueron producidos bajo un sistema intensivo (cordero pesado suplementado con concentrado), presentan niveles altos en dicho ácido graso, importante para la salud humana, cuando se les compara con corderos producidos en diferentes países de Europa (Díaz *et al.*, 2005). Eso indicaría un buen potencial del sistema de producción de corderos conducido en Uruguay para la obtención de una carne ovina con altos niveles de componentes favorables a la salud. En otro trabajo se estudiaron corderos pesados alimentados con fardo y concentrados en diferentes proporciones (Cuadro 6). Como resultado se observa una similar composición en los diferentes ácidos grasos y un más alto nivel en el ácido linoleico, un ácido poliinsaturado esencial, reforzando el interés de usar más fardo y menos concentrado en la alimentación de corderos pesados para la obtención de un perfil más saludable en ácidos grasos en la carne ovina (Brito *et al.*, 2010).

Cuadro 6: Lípidos totales y contenido en ácidos grasos de la carne de corderos pesados Corriedale.

	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
Grasa intramuscular (%)	4.3	4.5	4.7	4.7	Ns
Ácidos grasos					
Palmitico, C16:0	21.3	21.1	21.8	21.1	ns
Estearico, C18:0	18.2 a	18.0 a	16.3 b	16.1 b	**
Oleico, C18:1 trans	2.2 b	2.5 b	3.2 a	2.7 ab	*
Oleico, C18:1 cis	36.4 b	39.1 a	38.9 ab	40.6 a	*
Linoleico, C18:2 cis	4.95	4.58	4.82	4.37	ns
Linoleico, C18:2 trans	1.19	1.21	1.33	1.42	ns
Linoleico conjugado, CLA	0.45	0.39	0.34	0.51	ns
Linoleico, C18:3n6	1.02 a	0.59 b	0.60 b	0.54 b	*
Linolénico C18:3n3	0.53	0.58	0.55	0.53	ns
EPA, C20:5n3	1.66	1.73	1.76	1.56	ns
DHA, C22:6n3	0.57	0.51	0.45	0.37	ns
AGS	44.4	43.6	428.8	42.2	ns
AGMI	40.7 b	43.6 ab	44.3 a	45.3 a	*
AGPI	11.3	10.2	10.5	9.9	ns
AG trans	3.43 c	3.78 bc	4.53 a	4.18 ab	**
AGPI/AGS	0.25	0.23	0.25	0.24	ns
Relación n6/n3	2.23	2.21	2.12	2.11	ns

Animales de 10 meses de edad (26 kg de peso vivo). Experimento de 115 días.

P= significación, ns=no significativo (p>0.05). *p<0.05, **p<0.01.

Resultados con letras minúsculas diferentes entre columnas son significativamente diferentes (p<0.05). AGS: ácidos grasos saturados. AGMI: ácidos grasos monoinsaturados. AGPI: ácidos grasos poliinsaturados. T1: 20 % concentrado-80% fardo, T2: 40 % concentrado - 60 % fardo,

T3: 60 % concentrado - 40 % fardo, T4:80 % concentrado - 20 % fardo. El concentrado consistió en una mezcla molida de maíz (75 %) y expeler de soja (25 %). Extraído de Brito *et al.*, 2010.

Contenido de minerales

Los estudios de contenidos minerales en carne ovina en Uruguay son escasos (Cabrera y Saadoun, 2014), siendo necesario desarrollar investigación en este aspecto. Estudios preliminares realizados en carne ovina de ovejas Criollo (Mernies *et al.*, 2014), provenientes de un sistema pastoril muestran que hay riqueza en minerales como el Se y el Cu (Cuadro 7). El selenio muestra diferencias con el tipo de músculo, como en los bovinos estudiados por nuestro equipo, no así otros minerales estudiados aquí (Cuadro 7). En el Cuadro 8 puede apreciarse que en estas condiciones de alimentación, exclusivamente pastoril, la carne de estos animales tiene una mayor protección contra la oxidación y sus consecuencias en el Fe de la carne, cuando se madura hasta 21 días. En efecto, no se observó cambio en el Fe hemínico en ninguno de los músculos estudiados y sólo en el lomo o *Psoas major* aparece un aumento del Fe no hemínico a los 21 días de maduración, mostrando una estabilidad oxidativa en relación al hierro muscular remarcable en esta carne (Mernies *et al.*, 2014).

Cuadro 7. Contenido de minerales en los músculos *Longissimus dorsi* (LD), *Psoas major* (PM) y *Gluteus medius* (GM) frescos de ovejas Criollo alimentadas con pasturas.

Mineral	Músculos			Significancia
	LD	PM	GM	
Se µg/kg	261± 30 b	234 ± 30 b	415 ± 80 a	P<0.05
Cu mg/kg	1.1 ± 0.2	1.4 ± 0.1	1.1 ± 0.1	ns
Mn µg/kg	85 ± 7	99 ± 5	82 ± 6	ns
Mo µg/kg	4.8 ± 1	4.8 ± 0.5	4.4 ± 0.7	ns

Los datos son la media ± SEM. Letras minúsculas diferentes significa diferencia estadística a p<0.05. ns= no significativa. Extraído y adaptado de Mernies *et al.* (2014.)

Cuadro 8. Contenido de Fe Heme y No Heme en la carne fresca y madurada a 14 y 21 días *post mortem* en los músculos *Longissimus dorsi*, *Psoas major* y *Gluteus medius* de ovejas Criollo alimentadas con pasturas en Uruguay.

Items	Días <i>post mortem</i>								
	0	14	21	0	14	21	0	14	21
	<i>Longissimus dorsi</i>			<i>Psoas major</i>			<i>Gluteus medius</i>		
Fe Heme (mg/kg carne)	16±0.6	15.2±1.0	14.9±1.0	16.2±1.2	16.3±1.8	16.9±0.8	16.3±0.7	16.9±1.3	16.4±0.6
Fe No Heme (mg/kg carne)	0.63±0.09	0.55±0.09	0.55±0.04	0.54±0.08a	0.53±0.02a	0.86±0.08b	0.74±0.07	0.65±0.06	0.59±0.08

Los datos son la media ± SEM. No se observaron diferencias significativas en relación al efecto principal del tipo de músculo o al tiempo de maduración a $p < 0.05$. Dentro de cada músculo letras minúsculas diferentes muestran diferencia significativa a $p < 0.05$. Adaptado de Mernies et al. (2014).

Conclusión

Los nutrientes presentes en la carne bovina y ovina, diferenciados en proteínas, lípidos, micronutrientes minerales y vitaminas, así como los componentes antioxidantes tienen un rol en los procesos *post mortem* como la maduración y conservación de la carne y aportan al consumidor elementos claves para la vida. El conocimiento del valor nutricional de la carne y las variaciones debidas a los sistemas productivos aportan a una nutrición humana moderna y de precisión, y contribuyen a una salud óptima. Los sistemas pastoriles de producción de carne en Uruguay contribuyen a otorgarle a la carne atributos de calidad nutricional muy valiosos para la salud humana y son, además, una importante oportunidad para el sector productivo.

La diferenciación de una carne en base a su valor nutricional determinado científicamente encuentra nichos comerciales en mercados de medio y alto nivel económico. Esa condición asegura la consolidación y la valorización de un sistema productivo típico del Uruguay como lo es el sistema de producción pastoril que es considerado, además, más amigable con el medio ambiente y el bienestar animal.

El sistema de producción de carne en base a pasturas, tal como se conduce en Uruguay, no está en competición con el sistema intensivo de producción de carne (terminación a granos o Feedlot) que también se realiza en el Uruguay desde hace 20 años. Los dos sistemas son complementarios y se dirigen a mercados internacionales diferentes, porque producen una carne con diferencias y atributos particulares. Una gran oportunidad para el sistema productivo de carne del Uruguay será mantener y desarrollar estos dos sistemas en paralelo y no oposición el uno contra el otro. De esta manera el país podrá asegurar más mercados interesados en las diferentes carnes.

Referencias

- Bauchart, C. et al. 2007. «Peptides Reproducibly Released by in vivo Digestion of Beef Meat and Trout Flesh in Pigs». *The British Journal of Nutrition* 98:1187-1195.
- Bauchart, C. et al. 2006. "Small Peptides (Small Peptides (<5 kDa) Found in Ready-To-Eat Beef Meat". *Meat Science* 74:658-666.
- Bayer, T. A. et al. 2003. "Dietary Cu Stabilizes Brain Superoxide Dismutase 1 Activity and Reduces Amyloid A-beta Production in APP23 Transgenic Mice". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (100): 14187-14192.
- Beef2live. 2015. <http://beef2live.com/story-world-beef-cattle-rankings-130-113903>
- Boldyrev, A. y S. Severin. 1990. "The Histidine-Containing Dipeptides, Carnosine and Anserine: Distribution, Properties and Biological Significance". *Advances in Enzyme Regulation* 30:175-194.
- Bourre, J. M. 2006. "Effects of Nutrients (in food) on the Structure and Function of the Nervous System: Update on Dietary Requirements for Brain. Part 1: Micronutrients". *Journal of Nutrition Health and Aging* 10:377-385.
- Brennan, J. Y. y S. E. Carlson. 2014. Docosahexaenoic Acid and Human Brain Development: Evidence That A Dietary Supply Is Needed for Optimal Development". *Journal of Human Evolution* 77:99-106.
- Bressan, M. C. et al. 2011. "Genotype x Environment Interactions for Fatty Acid Profiles in *Bos indicus* and *Bos taurus* Finished on Pasture or Grain". *Journal of Animal Science* 89:221-232.
- Brito, G. et al. 2010. "Diferenciación de las carnes bovinas y ovinas del Uruguay a partir de sus propiedades nutricionales y la conservación del producto". *Seminario de Actualización Técnica –Calidad de Carnes*. INIA. Tacuarembó, Uruguay.
- Cabrera, M. C. et al. 2010. "Selenium, Copper, Zinc, Iron and Manganese Content of Seven Meat Cuts from Hereford and Braford Steers Fed Pasture in Uruguay". *Meat Science* 84: 518-528.
- Cabrera, M. y A. Saadoun. 2013. *Caracterización del valor nutricional de alimentos de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay. Potencial implicancia para la salud humana*. Procisur. 234 p.
- Cabrera, M., M. Pereiro y A. Saadoun. 2013 a. "Total and H. Iron in Fresh Angus Steers Meat from Natural Pastures to Concentrate-Based Feeding in Uruguay". *Annals of Nutrition & Metabolism* 63 (Suppl): 1528.
- Cabrera, M., A. Ramos y A. Saadoun. 2013b. Selenium, Zinc, Copper and Manganese in Fresh Angus Steers Meat From Pastures to Concentrated-Based Feeding Systems in Uruguay". *Annals of Nutrition & Metabolism* 63(Suppl.): 1528.
- Cabrera, M. y A. Saadoun. 2014. "An Overview of the Nutritional Value of Beef and Lamb Meat from South America". *Meat Science* 98:435-444.

- Cabrera, M. *et al.* 2006. "Enriching the Egg Yolk in n-3 Fatty Acids by Feeding Hens with Diets Containing Horse Fat Produced in Uruguay". *Food Chemistry* 98(4): 767-773.
- Callaway, E. (2015). "Homo erectus Footprints Hint at Ancient Hunting Party". *Nature News* (17 April 2015) |doi:10.1038/nature.2015.17346.
- Cunnane, S. y M. Crawford. 2014. "Energetic and Nutritional Constraints on Infant Brain Development: Implications for Brain Expansion During Human Evolution". *Journal of Human Evolution* 77: 88-98.
- De Castro, P. M. y A. F. Reis . 2013. "Meat Nutritional Composition and Nutritive Role in the Human Diet". *Meat Science* 93 (2013): 586-592.
- De Freitas, A. *et al.* 2014. "Nutritional Composition of the Meat of Hereford and Braford Steers Finished on Pastures or in A Feedlot in Southern Brazil". *Meat Science* 96:353-360.
- De la Fuente, J. *et al.* 2009. "Fatty Acid and Vitamin E Composition of Intramuscular Fat in Cattle Reared in Different Production Systems". *Meat Science* 82:331-337.
- Descalzo, A. *et al.* 2005. "Influence of Pasture or Grain-Based Diets Supplemented with Vitamin E on Antioxidant/ Oxidative Balance of Argentine Beef". *Meat Science* 70:35-44.
- Díaz, M. *et al.* 2005. "Fatty Acid Composition of Meat From Typical Lamb Production Systems of Spain, United Kingdom, Germany and Uruguay". *Meat Science* 71:256-263.
- Font i F. *et al.* 2009. "Acceptability of Lamb Fed on Pasture, Concentrate or Combinations of Both Systems by European Consumers". *Meat Science* 81(1): 196-202.
- Gatellier, P., Y. Mercier y M. Renner. 2004. "Effect of Diet Finishing Mode (Pasture o Mixed Diet) on Antioxidant Status of Charolais Bovine Meat". *Meat Science* 67:385-394.
- Gerber, N. *et al.* 2009. "Variability of Selected Trace Elements of Different Meat Cuts Determined by ICP-MS and DRC-ICPMS". *Animal* 3:166-172.
- Hintze, K. *et al.* 2002. "Selenium Accumulation in Beef: Effect of Dietary Selenium and Geographical Area of Animal Origin". *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 3938-3942.
- INIA. 2009. "Engorde de corderos pesados: Una alternativa productiva rentable y segura en momentos difíciles". *Revista INIA* 17:37-40.
- INAC. 2014. "Principales indicadores del consumo de carnes en Uruguay". <http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/11573/1/cierre-2014-consumo.pdf>
- IMNA. 2009. *Dietary Intake References*. Institute of Medicine of the National Academies. EE.UU. <http://www.iom.edu/CMS/54133.aspx>.
- Kitts, D. y K. Weiler. 2003. "Bioactive Proteins and Peptides from Food Sources. Applications of bioprocesses used in isolation and recovery". *Current Pharmaceutical Design* 9:1309-1323.
- Kongkachuichai, R., P. Napatthalung y R. Charoensiri. 2002. "Heme and Nonheme Iron Content of Animal Products Commonly Consumed in Thailand". *Journal of Food Composition and Analysis* 15(4), 389-398. <http://dx.doi.org/10.1006/jfca.2002.1080>.
- Lafarga, T. y M. Hayes. 2014. "Bioactive Peptides from Meat Muscle and By-Products: Generation, Functionality and Application as Functional Ingredients". *Meat Science* 98:227-239.
- Lombardi-Boccia, G., S. Lanzi y Aguzzi. 2005. "Aspects of Meat Quality: Trace Elements and B Vitamins in Raw and Cooked Meats". *Journal of Food Composition and Analysis* 18:39-46.
- Mernies, B., A. Terevinto y Saadoun. 2014. "Colour, pH, Drip Loss, Oxidative Parameters and Mineral Content in Uruguayan Criollo Lamb Meat". *60th International Congress of Meat Science and Technology*. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. Punta del Este, Uruguay. pp. 637-640.
- Murphy, S. y L. Allen. 2003. "Nutritional Importance of Animal Source Foods". *Journal of Nutrition* 133:3932S-3935S.

- Pereiro, M. et al. 2013. "Contenido y bioaccesibilidad del Fe/Fe hemínico en la carne fresca y madurada de novillos Aberdeen Angus proveniente de sistemas a pasto, pasto más suplemento y feedlot". *XXIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal*. La Habana, Cuba.
- Purchas, R. et al. 2004. "Cooking Temperature Effects on the Forms of Iron and Levels of Several Other Compounds in Beef Semitendinosus Muscle". *Meat Science* 68:201-207.
- Ramos, A., M. Cabrera y A. Saadoun. 2012 a. "Bioaccesibilidad de Se, Cu, Zn, Mn and Fe, and Heme Iron Content in Unaged and Aged Meat of Hereford and Braford Steers Fed Pasture". *Meat Science* 91:116-124.
- Ramos, A., A. Saadoun y M. Cabrera. 2012 b. "Contenido y bioaccesibilidad *in vitro* del Fe, Zn, Cu, Mn y Se en el músculo fresco y madurado de novillos Hereford terminados a grano. AUPA 2012". *Veterinaria* 48 (Suppl. 1): 124.
- Realini, C. et al. 2004. "Effect of Pasture vs. Concentrate Feeding With or Without Antioxidants on Carcass Characteristics, Fatty Acid Composition, and Quality of Uruguayan Beef". *Meat Science* 66: 567-577.
- Saadoun, A., y M. Cabrera. 2008. "A Review of the Nutritional Content and Technological Parameters of Indigenous Sources of Meat in South America". *Meat Science* 80:570-581.
- Saadoun, A. et al. 2011. "Hierro, Zinc, Cobre, Selenio y Manganeso en el músculo de novillos Aberdeen Angus terminados a pasturas, pasturas con suplementación o feedlot". *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 19:483.
- Saadoun, A., A. Terevinto y M. Cabrera. 2013. "Fatty Acid Composition of Meat from Hereford and Braford Breed Produced on Pasture in Uruguay". *Annals of Nutrition & Metabolism* 63 (Suppl. 1): 1529.
- Scollan, N. et al. 2014. "Enhancing the Nutritional and Health Value of Beef Lipids and their Relationship With Meat Quality". *Meat Science* 97:384-394.
- SheepSite. 2015 <http://www.thesheepsite.com/focus/5m/99/global-sheep-meat-market-thesheepsite>.
- Smil, V. 2002. "Eating Meat: Evolution, Patterns, and Consequences". *Population and Development Review* 28(4): 599-639.
- Ulbricht, T. y D. Southgate. 1991. "Coronary heart disease: seven dietary factors". *Lancet* 338:985-992.
- USDA. 2014. <http://www.fas.usda.gov/data/uruguay-livestock-and-products-annual>.
- USDA. 2015. <http://www.health.gov/dietaryguidelines/2015-scientific-report/pdfs/scientific-report-of-the-2015-dietary-guidelines-advisory-committee.pdf>. p. 61.
- Van Elswyck, M. y S. McNeill. 2014. "Impact of Grass/Forage Feeding versus Grain Finishing on Beef Nutrients and Sensory Quality: The U.S. Experience". *Meat Science* 96:545-540.
- Wessells, K. y K. Brown. 2012. "Estimating the Global Prevalence of Zinc Deficiency: Results Based on Zinc Availability in National Food Supplies and the Prevalence Of Stunting". *PLoS ONE* 7(11): e50568.

