

Artículo de revisión

Horse meat: production, consumption and nutritional value*Carne equina: producción, consumo y valor nutricional**Carne equino: produção, consumo e valor nutricional*Ana Milena Vanegas Azuero¹ Zoot, Esp, Est, MSc, Luis Felipe Gutiérrez¹ Ing Quim, Esp, MSc, PhD [CvLAC](#)**Fecha correspondencia:**Recibido: 24 de agosto de 2016.
Aceptado: 8 de noviembre de 2016.**Forma de citar:**

Vanegas Azuero AM, Gutiérrez LF. Carne equina: producción, consumo y valor nutricional. Rev. CES Med. Zootec. 2016; Vol 11 (3): 86-103.

Open access

© Copyright

Creative commons

Éthics of publications

Peer review

Open Journal System

e-ISSN 1900-9607

Sobre los autores:

¹ Grupo de investigación en biomoléculas alimentarias. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Carrera 30 No. 45-03, Edificio 500A, Bogotá, DC, Colombia

Comparte

**Abstract**

Meat is one of the major sources of nutrients in human food, for its contribution of high-biological value protein. Recently, there has been an interest in meats from alternative sources, other than bovine, swine and poultry. This article analyzes the main features of the production and consumption of horse-meat, and presents its composition and nutritional value, in order to increase awareness of producers and consumers on this potential source of red meat. The equine species supplies 0.25% of the world meat production. The main producers of horse-meat are China, Kazakhstan, Mexico, Russia and Argentina, while Mongolia, Switzerland, Italy, Kazakhstan and Russia are the largest consumers. Horse-meat contains significant amounts of mono and polyunsaturated fatty acids. Moreover, it is a valuable source of minerals (mainly iron, phosphorus, zinc, magnesium and copper) and essential (lysine, leucine and arginine) and no essential amino acids (glutamic acid, aspartic acid and alanine). These nutritional characteristics make horse-meat an interesting protein source for human consumption. However, due to cultural and social reasons, and because of the mistrust generated by the illegal practices in the slaughter and marketing activities, its consumption has been questioned in many countries. Therefore, it is necessary to implement strategies allowing the standardization of the productive chain of this type of meat, in order to obtain a food product with the quality standards required by the market and consumers.

Keywords: *aminoacids, essential fatty acids, horse meat, protein.***Resumen**

La carne es una de las principales fuentes de nutrientes en la alimentación humana, por su aporte de proteína de alto valor biológico. Recientemente se ha presentado un interés en fuentes alternativas de carne diferentes a la bovina, porcina y aviar. Este artículo analiza las principales características de la producción y consumo de carne equina, y presenta su composición nutricional, con el fin de aumentar el conocimiento de productores y consumidores sobre esta fuente potencial de carne roja. La especie equina abastece el 0,25% de la producción mundial de carne. Los principales países productores de carne equina son China, Kazajistán, México, Rusia y Argentina, mientras que Mongolia, Suiza, Italia, Kazajistán y Rusia son los mayores consumidores. La carne equina contiene importantes canti-

dades de ácidos grasos mono y poliinsaturados. Además, es una fuente valiosa de minerales (principalmente hierro, fósforo, zinc, magnesio y cobre) y de aminoácidos esenciales (lisina, leucina y arginina) y no esenciales (ácido glutámico, ácido aspártico y alanina). Estas características nutricionales hacen de la carne equina una fuente proteica interesante para la alimentación humana. Sin embargo, por razones culturales y sociales, y por la desconfianza que han generado las prácticas ilegales en las actividades de sacrificio y comercialización, su consumo ha sido cuestionado en muchos países. Por ello es necesario implementar estrategias que permitan estandarizar la cadena productiva de este tipo de carne, para obtener un alimento con los estándares de calidad requeridos por el mercado y los consumidores.

Palabras clave: *ácidos grasos esenciales, aminoácidos, carne equina, proteína.*

Introducción

La carne es considerada una de las principales fuentes de nutrientes en la alimentación humana debido a su alto contenido de proteína de elevado valor biológico, de importantes minerales (hierro, fósforo, selenio, zinc, cobre y manganeso), y de vitaminas del grupo B, especialmente B12, B2 y B6³⁵. Adicionalmente, la fracción lipídica de la carne proporciona biomoléculas requeridas en todas las etapas de la vida, como ácidos grasos esenciales y vitaminas liposolubles⁵.

La producción de carne para consumo humano proviene principalmente de las especies bovina, porcina y aviar, y en una menor proporción de otras como la ovina, caprina, piscícola y algunas especies silvestres. Sin embargo, factores sociológicos, económicos, ambientales y/o nutricionales, han generado en los últimos años un creciente interés en fuentes alternativas de carne³⁶. Datos de la FAO, indican que la especie equina abastece el 0,25% de la producción mundial de carne¹¹. Los principales países productores de carne equina son China, Kazajistán, México, Rusia y Argentina, con el 58% de la producción mundial, mientras que Mongolia, Suiza, Italia, Kazajistán y Rusia son los mayores consumidores⁴. Aunque en Colombia la especie equina fue declarada como apta para el consumo humano en 1990, y un volumen considerable de equinos son destinados a la producción de carne, la información relacionada con datos de producción, comercialización y consumo es muy limitada^{32,33}.

Al igual que en la mayoría de países, en Colombia la cadena de producción de carne equina no se encuentra estandarizada y su consumo se ha visto limitado debido a factores como⁴⁵: **(i)** falta de sistemas de producción especializados, lo que se traduce en el sacrificio de animales que generalmente han terminado su vida productiva o que sufren algún tipo de lesión; **(ii)** prácticas ilegales de sacrificio y ausencia de trazabilidad de los animales destinados a sacrificio, lo que conlleva a incrementar la desconfianza del consumidor sobre la calidad de este tipo de carne; y **(iii)** factores sociales y culturales, pues el equino es considerado un animal doméstico destinado a otras actividades. Sin embargo, la carne equina, catalogada por algunos autores como "carne saludable"^{3,25,28}, puede constituirse en una alternativa interesante en el mercado de las carnes rojas, debido a su alto valor nutricional representado principalmente en su perfil de aminoácidos, y en el alto contenido de hierro y de ácidos grasos poliinsaturados. Adicionalmente, el porcentaje de grasa intra e intermuscular es menor comparado con la de bovinos y porcinos, lo que la hace una carne favorable en los actuales regímenes de alimentación²⁴.

Este artículo presenta las principales características de la producción y consumo de carne equina, y una revisión bibliográfica de su composición y valor nutricional, con el fin de aumentar el conocimiento de productores y consumidores de esta fuente potencial de carne roja.

Metodología

Los datos y la información presentados en esta revisión fueron recolectados principalmente de publicaciones científicas y tesis publicadas en el período 1997-2015. También se incluyen cifras provenientes de páginas Web oficiales de instituciones internacionalmente reconocidas, como la FAO. En la búsqueda bibliográfica se utilizaron las siguientes palabras clave individualmente o en sus posibles combinaciones: "horse-meat", "meat from alternative species", "meat quality", "carcass characteristics", "foal-meat", "donkey-meat", "physicoquímica properties", "nutritional value", "fatty acids", "amino acids". Los documentos fueron seleccionados con base en su pertinencia, actualidad y calidad técnico-científica. Un total de 53 documentos fueron seleccionados y analizados. Teniendo en cuenta que las concentraciones de algunos componentes no son siempre expresadas en las mismas unidades en todas las publicaciones, en algunos casos se utilizaron factores de conversión para poder hacer comparaciones entre las referencias seleccionadas.

Producción de carne equina

La carne equina representa el 0,25% de la producción mundial de carne, con un promedio de 760.000 toneladas en el 2013 ¹¹. Esta actividad se concentra en el continente Asiático con el 46%, seguido de América (30%), Europa (18%), Oceanía (4%) y África (2%) ¹¹. China y Kazajistán ocupan los primeros lugares (38% de la producción mundial), seguidos de México (11%), Rusia (7%) y Argentina (4%) ⁴. En el 2013 México y Argentina produjeron respectivamente 83.500 y 26.000 toneladas de carne equina, destinada principalmente a exportación a países Europeos donde el consumo es alto.

Según datos de la FAO, la producción de carne equina en Colombia ha disminuido en los últimos cinco años, llegando a 3500 toneladas en el año 2013 ¹², como se ilustra en la figura 1. Estos valores podrían estar subestimados, pues gran parte del sacrificio de equinos con destino a producción de carne se realiza de manera clandestina. No obstante, es importante tener en cuenta que toda la producción nacional de carne equina es comercializada al interior del país, pues Colombia no exporta este alimento pese al interés creciente de clientes de países europeos y asiáticos.

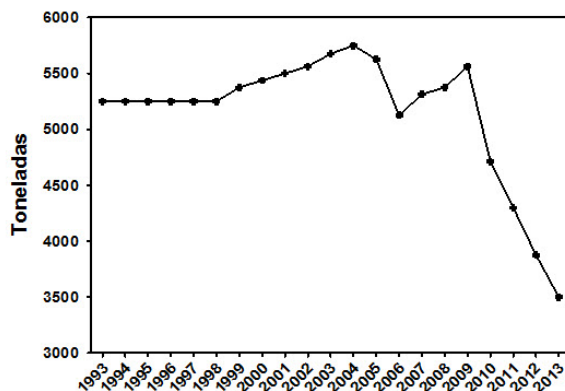


Figura 1. Producción de carne equina en Colombia de 1993 a 2013 ¹².

Teniendo en cuenta que la cadena de producción de carne equina no se encuentra estandarizada en muchos países, los animales destinados a sacrificio para producción de carne son aquellos que han finalizado su vida productiva o que han sido descartados por presentar lesiones o problemas de salud ^{45, 48, 49}. Adicionalmente, las prácticas ilegales de sacrificio y comercialización impiden tener sistemas de trazabilidad de los animales sacrificados y de la carne producida, pese a que en la mayoría de los países el uso de carne equina para consumo humano está debidamente reglamentado ⁴⁷. No obstante, algunos países europeos cuentan con sistemas especializados de producción, donde los animales sacrificados son generalmente potros (de 10 a 15 meses) provenientes de razas pesadas con aptitud cárnica, lo cual permite obtener carne equina con excelentes estándares de calidad ⁴⁵. En Colombia el sistema de producción de carne equina es prácticamente desconocido. Con base en información reciente de una planta de sacrificio autorizada ³², los principales eslabones que integran esta cadena productiva se presentan en la figura 2.

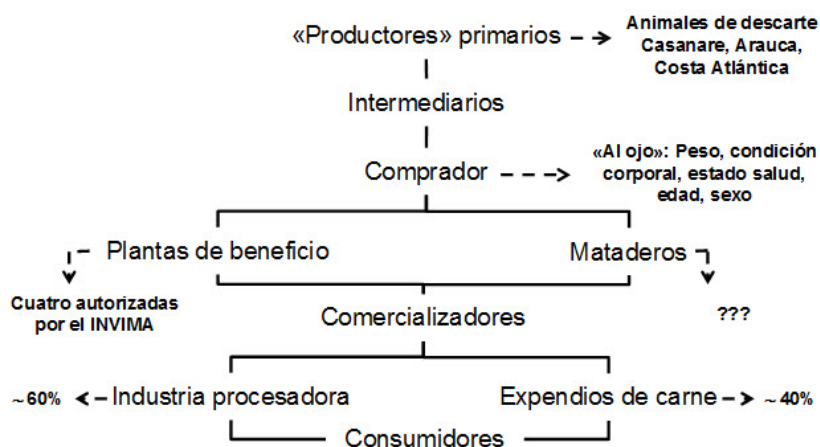


Figura 2. Principales eslabones de la cadena de carne equina en Colombia.

El primer eslabón corresponde a los propietarios de las fincas donde se encuentran los animales cumpliendo labores de trabajo o vaquería, los cuales son descartados al finalizar su vida útil. Sin embargo, no todos los animales son de edad avanzada, un gran porcentaje son caballos jóvenes que son vendidos por la incapacidad de los propietarios de costear su mantenimiento. La mayoría de los animales provienen de los Departamentos de Casanare y Arauca y de la Costa Atlántica.

El segundo eslabón lo integran intermediarios encargados de hacer el acopio de los animales, quienes los transportan y venden al comprador final, que representa el tercer eslabón. A diferencia de los sistemas tradicionales de producción de carne (bovino, porcino, entre otros), en donde el precio de los animales se fija de acuerdo a su peso, la compra de equinos en Colombia se lleva a cabo de manera subjetiva según la experiencia del comprador, quien analiza parámetros como condición corporal, peso estimado, estado de salud, evidenciando la ausencia de estándares de calidad en la compraventa de los animales ⁴⁸.

El cuarto eslabón está conformado por los lugares de sacrificio, que en Colombia están representados por plantas que cumplen con la normatividad sanitaria vigente ¹, y por “mataderos” que trabajan de manera ilegal y que carecen de las instalaciones y prácticas sanitarias necesarias para el proceso de beneficio. Estos últimos

pueden sacrificar cerca del 50% de los animales destinados a producción de carne equina en Colombia, la cual, por sus condiciones de obtención, presenta deficiencias de calidad e inocuidad, constituyéndose en un problema de salud pública. Una planta de beneficio autorizada por el linvima, puede sacrificar en promedio 1500 equinos al mes, lo cual representa un volumen aproximado de 180 toneladas mensuales de carne equina que ingresa al mercado de la industria cárnica de Bogotá ³². La carne obtenida se distribuye entre la industria de elaboración de productos cárnicos (aproximadamente 60%) y en expendios (cerca del 40%) donde es vendida como carne fresca para consumo directo ³². Cabe resaltar que en Colombia como en muchos otros países, la carne equina resulta atractiva para los comercializadores, principalmente por su bajo precio en comparación con otro tipo de carnes rojas, y no por su valor nutricional.

Consumo de carne equina

El consumo de carne equina aunque data de épocas muy antiguas, ha sido generalmente cuestionado debido a razones culturales y sociales, ya que el caballo es utilizado en actividades deportivas y considerado como un animal de compañía o de trabajo, lo cual genera en las personas sentimientos de afecto ⁴. Adicionalmente, en algunos países el consumo de carne de caballo está asociado a clases sociales de bajos ingresos económicos, y el producto ha tenido mala reputación debido a prácticas ilegales de sacrificio y comercialización.

La cantidad de carne equina destinada al consumo humano es en la mayoría de los casos incierta. El consumo per cápita (CPC) mundial ha sido estimado en 0.10 kg, pero en países como Mongolia, Kazajistán, Kirguistán e Islandia es superior (2,19; 3,5; 4,92 y 5,81 kg, respectivamente) ⁴. En Suiza, Italia, Croacia, Bélgica, Rusia y Finlandia el CPC fue calculado recientemente en 0,73; 0,70; 0,69; 0,58 y 0,51 kg, respectivamente, mientras que en otros países como Francia, Malta, Ucrania y Grecia, es de alrededor 0,25 kg ⁴. En Colombia, no se tienen reportes de CPC de carne equina, pues este producto normalmente se comercializa haciéndolo pasar por carne de bovino, y en los derivados cárnicos que lo contienen no es declarado como ingrediente.

Los principales países importadores de carne equina son Italia, Rusia, Bélgica y Francia, quienes importaron en 2011 más de 15000 ton, como se aprecia en la figura 3.

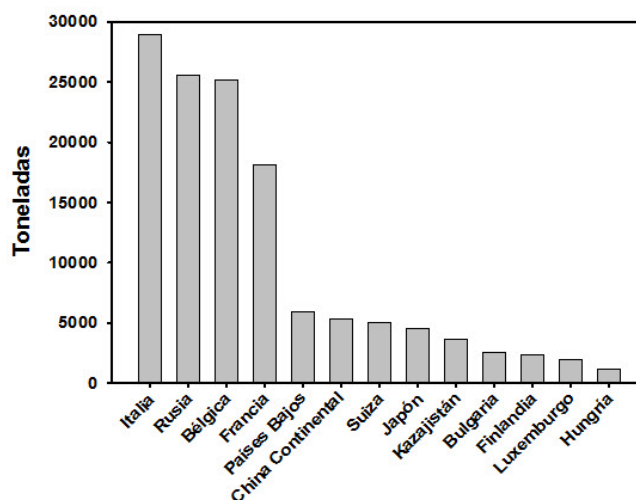


Figura 3. Principales países importadores de carne equina (2011) ¹³.

Características y rendimiento de las canales equinas

Las características y rendimiento de las canales equinas dependen principalmente de la raza, sexo y edad de los animales, así como del sistema de alimentación. Normalmente están conformadas por 70% de músculo, 11-13% de grasa y 17% de hueso^{17, 29, 46}. Varios estudios han demostrado que el nivel de grasa se incrementa con la edad y peso de los animales, y que el contenido de músculo se ve poco afectado por la edad^{15, 17, 29}. La raza y el sexo no influyen significativamente en la fracción del músculo de las canales, pero sí en el contenido de grasa y hueso²⁸. Las hembras presentan generalmente mayores niveles de grasa y menores porcentajes de hueso que los machos^{27, 42}. El sistema de alimentación influye principalmente en el contenido de grasa intramuscular¹⁷, aunque diferentes niveles de nutrición podrían también afectar las fracciones muscular y ósea de las canales¹⁰. Teniendo en cuenta estas posibles variaciones, la aptitud cárnica de la especie equina (relación músculo/hueso) oscila normalmente entre 2,9 y 6,1^{15, 46}.

En comparación con las canales bovinas, las canales equinas presentan generalmente mayor cantidad de grasa en la cavidad abdominal y menores porcentajes de grasa inter e intramuscular³. La canal equina se caracteriza por su color oscuro, baja cantidad de tejido adiposo y el marcado color amarillo de su grasa. El color oscuro de la carne se debe al alto contenido de mioglobina, y a la rápida oxidación de oximioglobina a metamioglobina lo que reduce la estabilidad del color rojo brillante²⁸.

El rendimiento en canal de la especie equina presenta valores similares e incluso superiores a los observados en especies tradicionales de producción de carne como la bovina. La raza es el factor que más afecta el rendimiento en canal, aunque la edad al sacrificio también puede influir significativamente en este parámetro productivo⁴⁸. En razas pesadas se han encontrado rendimientos que oscilan entre 65 y 70%^{22, 42, 46}, mientras que en razas livianas los rendimientos varían entre el 50 y 59%^{15, 23, 32}. Estos resultados se explican debido a que las razas pesadas son especializadas en producción de carne.

La edad de sacrificio es un factor que influye de manera importante en el rendimiento de las canales. Investigaciones recientes reportaron valores de 49 y 54% para asnos sacrificados a los 8 y 12 meses, respectivamente³⁸. Sarriés y Beriain⁴² encontraron diferencias significativas en el rendimiento en canal de potros de raza Burquette sacrificados a los 16 y 24 meses de edad (63,5 vs. 67%, respectivamente). Por el contrario, el rendimiento en canal de caballos "Italian heavy draught" sacrificados a los 6, 11 y 24 meses no fue significativamente diferente, pese a presentar una tendencia creciente con la edad de sacrificio (70,0; 72,6 y 73,9%, respectivamente)⁹.

El sexo de los animales poco influye en el rendimiento en canal de la carne equina⁴². Martin-Rosset *et al.*²⁹ obtuvieron porcentajes de rendimiento en canal equina de cerca del 70% para machos y hembras. Investigaciones recientes realizadas en Colombia reportaron rendimientos en canal de equinos machos y hembras de 56,4 y 55,5%, respectivamente³².

La relación entre el sistema de alimentación y el rendimiento en canal no puede generalizarse. Mientras que algunos estudios reportan diferencias significativas entre el rendimiento de las canales de equinos alimentados con dietas diferentes, otros no. Por ejemplo, Sarriés y Beriain⁴² encontraron diferencias significativas en el rendimiento de las canales de equinos sacrificados a los 16 y 24 meses, alimentados

con dietas diferentes. Contrariamente, De Palo *et al.*¹⁰ no reportaron diferencias significativas en el rendimiento en canal de potros de 11 meses de edad de raza "*Heavy draft Italian*", alimentados con regímenes diferentes, siendo en promedio de 73%. Similares resultados fueron hallados recientemente para potros pura raza gallegos y su cruce con potros Hispano-Bretón¹⁵.

Composición nutricional de la carne equina

La carne equina está compuesta principalmente por agua, proteínas, grasa, carbohidratos, minerales y otras sustancias, que en conjunto representan su valor nutricional. La concentración de estos componentes puede verse afectada por varios factores como la edad y peso al sacrificio, el sistema de producción, el tipo de músculo y la raza. Junto con las propiedades fisicoquímicas, los componentes de la carne equina determinan su aptitud tecnológica para la manufactura de derivados cárnicos.

La composición de la carne equina es similar a la de la carne bovina, a excepción del contenido de grasa intramuscular^{17, 23, 28}. La humedad constituye cerca del 70%, la proteína 22%, la grasa intramuscular oscila entre 0,5 y 6%, y los minerales representan cerca del 1,5%. El contenido de carbohidratos generalmente no es reportado debido a que se encuentra en cantidades traza.

Humedad

La humedad de la carne equina oscila normalmente entre 68 y 77%²⁸. Este componente varía principalmente según el tipo de músculo, la edad al sacrificio y el sexo de los animales. El tipo de músculo influye significativamente en el contenido de humedad de la carne equina, siendo mayor en el semimembranoso comparado con el bíceps femoral, longísimo dorsal, semitendinoso y recto femoral^{27, 45}. Contenidos de humedad entre 68,3 y 71,4% en animales sacrificados a los 16 y 24 meses de edad han sido reportados para el músculo longísimo dorsal⁴². Valores de humedad similares (70,4 y 72,6%, respectivamente) presentaron muestras de carne de machos y hembras de raza "*Heavy Draft Italian*" sacrificados a los 11 meses de edad⁴⁵. Adicionalmente, algunos autores han encontrado correlaciones positivas entre el contenido de humedad de la carne de caballo y su capacidad de retención de agua⁴⁵. En cuanto al efecto de la raza, diferencias significativas entre el contenido de humedad de carne de animales Burquette (72,3%) frente a la de animales Hispano-Breton (70,6%) han sido reportadas²². Por el contrario, la carne de animales de raza pura gallega (*Galician mountain*) y de sus cruces con Hispano-Bretón sacrificados a los 15 meses de edad, no presentó diferencias significativas en los niveles de humedad, siendo en promedio de 74,8%. La dieta de finalización (1,5 kg vs. 3,0 kg de concentrado) no influyó significativamente en el porcentaje de materia seca, pero carne de potros criados bajo sistemas semi-extensivos (suplementados con concentrado) presentó menores contenidos de humedad que la proveniente de animales mantenidos en sistemas extensivos¹⁷.

Proteína

La carne de equino es una excelente fuente de proteína con niveles que varían entre 20 y 22%^{3, 27, 42, 45}. En promedio, una porción de 100 g de esta carne puede suministrar el 40% del requerimiento diario de proteína de una persona adulta³.

El contenido de proteína de la carne equina, puede variar principalmente por factores como el sexo, tipo de músculo y sistema de producción ²⁸. La raza parece no influir significativamente en la concentración de proteína ^{15,22}. Algunos estudios han reportado diferencias significativas en la concentración de proteína de diferentes músculos ⁴⁵, mientras que otros no ²⁷. Por ejemplo, en los trabajos desarrollados por Tateo *et al.* ⁴⁵, la concentración de proteína de los músculos semimembranoso y longísimo dorsal fue significativamente diferente (19,6 vs. 21,7%, respectivamente). Por el contrario, Lorenzo *et al.* ²⁷ no reportaron diferencias significativas en la cantidad de proteína de seis músculos diferentes (longísimo dorsal, semimembranoso, semitendinoso, bíceps femoral, tríceps braquial y psoas mayor y menor), cuyo valor promedio fue de 22%. Similarmente, el contenido de proteína no se afectó significativamente por factores como la edad, el sexo y el régimen dietario suministrado a los animales ^{10,42}, pero otros trabajos indican que la cantidad de proteína si puede cambiar en función del sexo de los animales ⁴⁵.

Composición de aminoácidos. La proteína de la carne equina contiene aminoácidos esenciales en las proporciones adecuadas (excepto triptófano), y una relación alta de aminoácidos esenciales/no esenciales, que varía entre 0,94 y 1,07 ^{3,26}. Los principales aminoácidos encontrados en esta carne se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Composición de aminoácidos esenciales de diferentes músculos de carne equina (g/100 g músculo).

Músculo	Met	Thr	Trp	Ile	Leu	Lys	Val	Phe	Arg	His	Ref.
LD	0,28	1,06	-	1,17	1,87	1,99	1,12	0,98	1,37	0,98	15
LD	0,28	1,08	-	1,23	1,92	1,97	1,14	1,01	1,27	0,99	16
LTL ^a	0,74	0,88	0,24	1,05	1,51	1,77	1,01	0,83	1,44	0,86	37
LTL ^a	0,57	0,99	0,28	0,90	1,55	1,59	1,11	0,92	1,33	0,81	38
BF ^a	0,65	0,91	0,19	0,99	1,60	1,63	1,09	0,76	1,38	0,93	37
BF	0,30	1,16	-	1,14	1,94	1,99	1,20	0,98	1,12	1,01	16
SM	0,31	1,12	-	1,13	1,90	1,98	1,17	1,01	1,21	1,06	16
ST	0,31	1,11	-	1,18	1,98	1,97	1,16	0,98	1,16	0,99	16
TB	0,32	1,17	-	1,11	1,93	2,03	1,17	0,96	1,12	0,95	16
PM	0,29	1,17	-	1,17	1,90	2,03	1,20	0,96	1,12	0,93	16
Muslo	0,48	0,84	0,15	0,91	1,52	1,57	0,96	0,82	1,16	0,90	3

^a: Asno. LD: Longísimo dorsal. SM: Semimembranoso. ST: Semitendinoso. BF: Bíceps femoral. TB: Tríceps braquial. PM: Psoas mayor y menor. LTL: Longísimo torácico y lumbar.

Los aminoácidos mayoritarios en la carne equina son la lisina (1,37-1,93%), la leucina (1,45-2,04%) y la arginina (1,08-1,48%) ³. El consumo de una porción de 100 g de esta carne puede aportar más del 80% de los requerimientos diarios de lisina y leucina, que en una persona adulta de 70 kg de peso han sido estimados en 2,1 y 2,7 g/día, respectivamente ¹⁴.

Con respecto a los aminoácidos no esenciales (Tabla 2), el ácido glutámico, el ácido aspártico y la alanina son los más abundantes en la carne equina, cuyos valores promedio varían entre 2,62 y 3,41; 1,66 y 2,10; y 1,09 y 1,33%, respectivamente. Otros aminoácidos presentes en menor cantidad son la prolina (0,81-1,0%), la serina (0,63-0,91%) y la tirosina (0,59-0,77%) ²⁸.

Algunos estudios han evaluado el contenido de aminoácidos en varios músculos de carne de caballo. Lorenzo y Pateiro ²⁶ encontraron diferencias significativas en el perfil de aminoácidos de seis músculos diferentes (longísimo dorsal, semimembranoso, semitendinoso, bíceps femoral, tríceps braquial y psoas mayor y menor). Entre

los aminoácidos esenciales la lisina fue encontrada en mayor proporción en el psoas mayor y tríceps braquial (9,68 y 9,53 g/100 g proteína, respectivamente) frente al resto de músculos, en los cuales no se presentaron diferencias significativas para el contenido de este aminoácido. El segundo aminoácido encontrado en mayor cantidad fue la leucina, con un valor máximo en el psoas mayor (9,17 g/100 g proteína), mientras que los demás músculos presentaron valores inferiores a 8,85 g/100 g proteína. La alanina, el ácido aspártico y el ácido glutámico fueron los principales aminoácidos no esenciales hallados, los cuales no variaron significativamente entre los músculos.

Tabla 2. Composición de aminoácidos no esenciales de diferentes músculos de carne equina (g/100 g músculo).

Músculo	Ala	Asp	Glu	Gly	Ser	Pro	Tyr	Cys	Ref.
LD	1,28	2,02	3,34	0,91	0,88	0,86	0,74	-	15
LD	1,28	1,99	3,34	0,91	0,87	0,86	0,76	-	16
LTL ^a	1,22	1,70	3,09	0,97	0,75	0,95	0,59	0,22	37
LTL ^a	1,22	1,81	2,99	0,93	0,82	0,91	0,66	0,21	38
BF ^a	1,09	1,92	3,26	0,84	0,64	1,00	0,70	0,18	37
BF	1,29	2,06	3,33	0,94	0,90	0,85	0,73	-	16
SM	1,30	2,06	3,11	1,01	0,93	0,92	0,76	-	16
ST	1,30	2,07	3,25	0,96	0,85	0,88	0,74	-	16
TB	1,24	2,06	3,29	1,00	0,94	0,91	0,75	-	16
PM	1,27	2,12	3,23	1,00	0,92	0,93	0,78	-	16
Muslo	1,18	1,77	2,83	1,04	0,69	0,89	0,67	0,20	3

^a: Asno. LD: Longísimo dorsal. SM: Semimembranoso. ST: Semitendinoso. BF: Bíceps femoral. TB: Tríceps braquial. PM: Psoas mayor y menor. LTL: Longísimo torácico y lumbar.

Los efectos de la dieta en el perfil de aminoácidos de la carne equina han sido poco estudiados. Franco *et al.*¹⁵ encontraron diferencias significativas en el contenido de lisina y treonina y de todos los aminoácidos no esenciales, excepto la tirosina en el músculo longísimo dorsal, de animales finalizados con diferentes cantidades de concentrado. Las proporciones de aminoácidos no variaron significativamente en el mismo músculo de equinos de raza pura gallega frente a sus cruces con Hispano-Bretón, a excepción de la lisina. Similarmente, Polidori *et al.*³⁸ no encontraron diferencias significativas en la composición de aminoácidos de carne de asnos sacrificados a diferentes edades (8 y 12 meses).

Grasa intramuscular

La carne equina se caracteriza por su bajo contenido de grasa intramuscular, debido a que los caballos presentan tendencia a almacenar más tejido adiposo de forma subcutánea⁸. Por ello, algunos autores la denominan "carne saludable"³. La cantidad de grasa intramuscular de la carne de caballo normalmente varía entre 0,1 y 6,6%^{3, 15, 22, 27}, pero contenidos tan altos como 12,7, 14,5 y 16,3% también han sido reportados^{21, 30, 34}. Las diferencias halladas pueden deberse no solamente al tipo de músculo, sino a otros factores como el sistema de alimentación, la raza y la edad al sacrificio²⁸. Adicionalmente, otros factores como la porción del músculo utilizada y la metodología para la extracción de la grasa, influyen también en los resultados obtenidos⁴.

La dieta suministrada a los animales es el factor que más influye en el contenido de grasa intramuscular de la carne equina^{15-17, 25, 42}. Sin embargo, se ha encontrado que la edad al sacrificio^{3, 21, 45}, el sexo⁴⁵, y el tipo de músculo^{16, 45} también afectan la

fracción de grasa intramuscular. En lo concerniente al efecto de la raza, los trabajos realizados hasta el momento sugieren que este factor no influye significativamente en el contenido de grasa intramuscular de la carne equina ^{22, 23}.

El contenido de colesterol de la carne equina es similar al que presentan otras carnes rojas, oscilando normalmente entre 60 y 70 mg/100 g, valores que representan entre el 20 y 23% de la ingesta recomendada de colesterol para personas adultas ³.

Composición de ácidos grasos. La carne equina ha sido catalogada como "saludable" debido a que contiene importantes cantidades de ácidos grasos mono (MUFA) y poliinsaturados (PUFA), que en conjunto superan el contenido de ácidos grasos saturados (SFA) ^{3, 25, 27}.

El perfil lipídico de la carne equina se ve principalmente afectado por la dieta suministrada a los animales ¹⁶. Sistemas de producción extensivos conducen a menores cantidades de MUFA, en comparación con los sistemas de producción semiextensivos (22.7 vs. 36.1%), pero a mayores porcentajes de PUFA (40.7 vs. 25.2%) ²⁵. La edad al sacrificio, el sexo y la raza tienen poca influencia en el perfil de ácidos grasos de la carne equina ^{27, 38, 45}. Mayor influencia tiene el tipo de músculo, pero los valores reportados presentan mucha variabilidad.

La tabla 3 presenta la composición de ácidos grasos de diferentes músculos de carne equina. Como puede apreciarse, los ácidos grasos más abundantes son el palmítico (C16:0), el oleico (C18:1n-9) y el linoleico (C18:2n-6).

El contenido de los ácidos linoleico y linolénico (C18:3n-3) es superior al que presenta normalmente la carne de bovino (12-33 vs. 3-5% y 0,5-24 vs. 0,26-3,96%, respectivamente) ^{2, 7}, pero la concentración de ácido linoleico es comparable a la de las carnes de cerdo ⁴⁰ y de pollo ⁵⁰.

Es interesante resaltar la presencia del ácido palmitoleico (C16:1n-7) en la carne equina (0,7-10,3%), pues este ácido graso, perteneciente a la familia de los omega-7, ha demostrado tener alta actividad antimicrobiana, y reducción del riesgo de contraer cáncer de próstata ²⁰. Pequeñas cantidades de ácido araquidónico (C20:4n-6) también se encuentran en la carne de equinos, debido a que este ácido graso es el principal metabolito del ácido linoleico en los tejidos animales.

Algunos autores han encontrado PUFA de cadena larga como EPA, DPA y DHA en la carne equina, y han sugerido que el consumo de esta carne con la grasa subcutánea, podría suplir la ingesta recomendada de estos ácidos grasos esenciales de cadena larga ^{18, 19}, que varía entre 250 a 610 mg/día para personas adultas ⁴.

El contenido de PUFA de la carne equina puede representar hasta el 46% del total de ácidos grasos, mientras que las fracciones de MUFA y SFA varían entre 16,4 y 50,2%, y 34,2 y el 47,8%, respectivamente ⁴. Esta distribución única del perfil de ácidos grasos se debe a que en el caballo la fermentación digestiva se lleva a cabo en el intestino grueso, lo cual permite una mayor absorción y deposición en los tejidos de los PUFA provenientes de la dieta ^{4, 31}. La relación PUFA/SFA de la carne equina varía entre 0,38 y 1,44, siendo mejor que la presentada por otras carnes rojas como la de los rumiantes. Además, la relación n-6/n-3 es cercana a los valores recomendados para ejercer efectos benéficos en la salud humana ⁴⁴.

Tabla 3. Principales ácidos grasos presentes en diferentes músculos de carne equina (% del total de ácidos grasos)

Músculo	SFA			MUFA			PUFA			PUFA/ MUFA	n-6/ n-3	Ref.
	C14:0	C16:0	C18:0	C16:1n-7	C18:1n-9	C18:2n-6	C18:3n-3	C20:4n-6	SFA			
LD	6,1	33,3	6,8	1,3	25,8	17,7	4,5	0,7	0,50	0,85	4,09	10
LD	2,2	24,4	6,0	3,6	26,6	17,4	11,6	0,2	0,90	0,97	1,48	16
LD	0,2	17,6	10,0	0,7	6,3	32,4	0,9	6,7	1,44	5,71	43,44	18
LD	2,6	29,4	8,7	4,0	20,3	18,8	0,75	2,5	0,65	0,91	15,56	43
LD	5,3	31,8	7,0	1,1	26,7	18,8	4,5	0,56	0,54	0,86	4,30	9
LD	3,6	28,7	4,8	5,1	30,4	16,7	7,5	0,6	0,66	0,69	2,93	25
LD	3,8	26,1	4,6	4,7	20,9	14,8	20,7	1,2	1,06	1,41	0,94	25
Deltoides	1,8	17,9	9,4	3,1	14,6	27,1	7,2	4,0	1,32	2,16	4,32	18
SV	0,5	20,3	9,9	1,6	10,2	32,8	1,9	5,0	1,29	3,36	19,89	18
LTL ^a	3,7	27,9	7,5	3,5	28,9	19,8	4,3	2,3	0,68	0,81	5,14	38
BF ^a	4,5	29,4	6,8	3,8	29,5	19,4	3,9	1,7	0,61	0,75	5,41	28
SM	1,5	22,1	7,2	2,8	22,8	22,5	9,4	0,4	1,05	1,26	2,26	16
SM	4,1	31,0	7,6	1,1	27,3	18,4	4,4	-	0,52	0,74	0,48	(10)
ST	1,7	22,2	6,2	3,2	23,2	21,5	11,0	0,2	1,09	1,24	1,88	16
ST	5,8	28,9	6,9	1,3	27,9	18,2	4,6	-	0,53	0,72	0,53	45
Muslo	3,9	26,6	3,7	10,3	34,1	12,0	4,9	1,1	0,54	0,40	2,70	3
BF	1,7	23,7	7,0	3,3	27,1	19,5	9,0	0,3	0,89	0,95	2,10	16
BF	5,0	30,0	6,6	1,5	28,5	18,5	3,8	-	0,52	0,69	0,66	45
TB	1,3	22,2	7,4	2,4	20,1	24,9	8,7	0,5	1,10	1,52	2,70	16
PM	2,0	22,8	6,6	3,0	24,6	19,6	13,5	0,2	1,06	1,21	1,46	16
RF	3,4	31,2	8,1	0,9	28,1	18,3	4,2	-	0,51	0,72	0,59	45
Murillo	1,4	24,5	9,8	2,8	19,5	27,9	8,1	5,7	1,16	1,87	4,50	48
Lomo fino	2,6	28,0	8,2	3,8	29,7	16,1	10,3	1,5	0,72	0,83	1,70	48
Lomo ancho	2,9	25,2	4,9	5,9	34,5	12,7	13,4	0,5	0,81	0,66	1,00	48
Cadera	3,3	29,1	6,1	3,9	28,5	11,5	17,5	-	0,75	0,90	0,70	48
Brazo	4,3	34,0	4,4	8,8	32,3	6,4	9,8	-	0,38	0,39	0,70	48

*-Asno. LD: Longísimo dorsal. SM: Semimembranoso. ST: Semitendinoso. BF: Bíceps femoral. TB: Tríceps braquial. PM: Psoas mayor y menor. LTL: Longísimo torácico y longísimo lumbar. SV: Serrato ventral. RF: Recto femoral.

Cenizas

El contenido de cenizas de la carne equina presenta alta variabilidad, con valores que oscilan normalmente entre 0,98 y 4,03%²⁸. La concentración de cenizas se ve afectada principalmente por el contenido de minerales presente en la dieta suministrada a los animales^{10,28}, por lo que ni el tipo de músculo ni la raza lo afectan significativamente²⁷. Sin embargo, algunos estudios indican que la cantidad de cenizas puede disminuir con la edad de los animales^{9,16,42}.

Composición de minerales. La carne equina es una fuente valiosa de la mayoría de minerales requeridos por el organismo, principalmente hierro, fósforo, zinc, magnesio y cobre, como lo ilustra la Tabla 4. Teniendo en cuenta los requerimientos diarios de estos minerales, 100 g de carne equina podrían suplir respectivamente cerca del 27, 29, 18, 8 y 19%, del requerimiento diario total de estos elementos en personas mayores de 50 años^{3,24}. El potasio y el fósforo son los minerales mayoritarios en la carne equina, con concentraciones que oscilan entre 330 y 190, y 230 y 170 mg/100 g de carne. El contenido de sodio de la carne equina es usualmente más bajo que el de las carnes de bovino y porcino^{3,24,26}, resultando favorable para las personas que requieren planes de alimentación reducidos en sodio.

El tipo de músculo es uno de los factores con mayor influencia en la composición mineral de la carne equina^{3,16,26}. Estudios indican que el contenido de Ca, K, Mg, Na, P, Cu, Fe, Mn y Zn puede variar según el tipo de músculo, siendo el K y el Na los minerales que presentan mayores diferencias^{16,26}.

Tabla 4. Composición mineral de diferentes músculos de carne equina (mg/100 g en base húmeda).

Músculo	Ca	K	Na	P	Cu	Fe	Mn	Zn	Mg	Ref.
LD	6,30	315,5	38,10	168,70	-	2,10	0,022	2,30	21,0	24
LD	4,51	202,6	52,56	187,28	0,135	2,65	0,010	2,19	42,32	26
LD	3,45	220,1	46,03	201,20	0,112	3,10	0,011	2,55	21,33	16
LT ^a	8,65	343,7	52,50	212,90	-	3,80	-	3,67	24,80	39
SM	4,17	200,2	52,62	195,91	0,169	3,14	0,011	1,82	41,06	26
SM	4,07	279,3	49,24	228,90	0,154	3,95	0,017	1,63	27,74	16
ST	4,11	198,3	56,90	190,58	0,152	2,56	0,011	2,17	40,07	26
ST	4,30	281,6	56,88	226,60	0,147	3,02	0,013	2,02	26,65	16
Muslo	3,77	331,0	74,2	231,00	0,200	3,89	-	3,72	28,90	3
BF	4,26	190,8	59,71	186,20	0,184	3,72	0,015	2,07	41,52	26
BF	4,56	278,1	60,37	207,80	0,203	3,83	0,022	2,36	28,15	16
TB	4,28	202,6	59,38	196,39	0,231	3,90	0,016	2,74	43,31	26
TB	4,32	288,3	57,45	213,20	0,209	5,02	0,022	2,65	28,42	16
PMM	4,42	200,0	68,08	196,50	0,171	4,04	0,016	2,66	38,70	26
PMM	4,10	289,0	53,48	202,60	0,165	4,32	0,019	2,20	26,80	16

^a: Asno. LD: Longísimo dorsal. SM: Semimembranoso. ST: Semitendinoso. BF: Bíceps femoral. TB: Tríceps braquial. PM: Psoas mayor y menor. LT: Longísimo torácico.

En relación al contenido de calcio, Polawska *et al.*³⁶ reportaron un nivel más bajo en carne equina respecto a la carne de bovino y pollo con valores de 3,8, 13 y 12 mg/100g, respectivamente. Estos resultados coinciden con los encontrados por Lorenzo *et al.*²⁸, que oscilaron entre 3,77 y 6,3 mg/100 g. En cuanto al contenido de fósforo, Badiani *et al.*³, obtuvieron un valor de 231 mg/100 g en los músculos que conforman el muslo, valor mayor que el reportado recientemente para carnes de bovino (180 mg/100 g) y pollo (173 mg/100 g)³⁶. El contenido de magnesio en la carne

equina presenta valores similares a los de las carnes de bovino y pollo (aproximadamente 25 mg/100 g)^{24,36}. Sin embargo, valores del orden de 41 mg/100 g fueron reportados recientemente²⁶.

Con respecto a los elementos menores, el contenido de manganeso oscila entre 0,010 y 0,022 mg/100 g en los músculos longísimo dorsal, semimembranoso, semitendinoso, bíceps femoral, tríceps braquial y psoas mayor¹⁶, rango en el que se encuentran los reportes disponibles para las especies bovina y porcina (0,011 mg/100 g)^{6,28}. Por otra parte, según Franco y Lorenzo¹⁶, la proporción de cobre oscila en un rango de 0,11 y 0,20 mg/100 g, coincidiendo con los hallazgos de Badiani *et al.*³, quienes reportaron concentraciones de cobre de 0,20 mg/100 g. Estos valores son ligeramente más altos que los encontrados en bovinos, ostras y aves (0,14, 0,10 y 0,05 mg/100 g, respectivamente)⁴¹. El contenido de zinc en diferentes músculos de equino varía entre 1,58 y 3,72 mg/100 g, siendo ligeramente inferior al reportado para carne de bovino (4,3 mg/100 g)⁴¹.

Es importante destacar el alto contenido de hierro de la carne equina (3,8 mg/100 g) comparado con el de la carne de res, pollo y cerdo (2,6, 0,9 y 1,4 mg/100 g, respectivamente)³⁶. Al igual que los demás minerales, la concentración de hierro es afectada por el tipo de músculo. El contenido de hierro fue significativamente mayor en el músculo tríceps braquial (5,02 mg/100 g) y bíceps femoral (4,83 mg/100 g) comparado con los valores obtenidos para longísimo dorsal, semitendinoso, semimembranoso y psoas mayor (3,1, 3,02, 3,95 y 4,32 mg/100 g, respectivamente)¹⁶. Lorenzo y Pateiro²⁶ encontraron valores ligeramente más bajos en el contenido de hierro, pero su comportamiento fue similar: mayor en los músculos bíceps femoral, tríceps braquial y psoas mayor (3,72, 3,90 y 4,04 mg/100 g, respectivamente), que en los músculos longísimo dorsal, semimembranoso y semitendinoso.

En la carne equina cerca del 55% del contenido total de hierro se encuentra en forma de hierro hemo, fracción que tiene mayor biodisponibilidad para el organismo y que solo se encuentra en fuentes de origen animal^{16,26}. Franco *et al.*¹⁵, obtuvieron un valor promedio de hierro hemo de 1,97 mg/100 g, similar al encontrado por Sarriés y Berian⁴². La concentración de hierro puede variar con la edad de los animales al sacrificio, ya que se ha demostrado que el pigmento hemínico aumenta con la edad. Algunos estudios han demostrado que el tipo de músculo también podría influir en el contenido de hierro hemo. Por ejemplo, Lorenzo *et al.*²⁷ encontraron una cantidad significativamente mayor en el músculo psoas mayor (2,37 mg/100 g) frente a la obtenida en los músculos semitendinoso, semimembranoso y longísimo dorsal (1,46, 1,83 y 1,69 mg/100 g respectivamente). La misma tendencia fue observada por Franco y Lorenzo¹⁶, quienes obtuvieron los mayores valores en psoas mayor y tríceps braquial frente al semitendinoso.

Conclusiones

En este trabajo las características nutricionales de la carne equina fueron revisadas y discutidas. Además, los sistemas de producción de carne de caballo y las tendencias de consumo se analizaron, con el ánimo de contextualizar esta cadena productiva.

En términos del valor nutricional, la carne equina resulta una alternativa viable para el consumo humano, similar a otros tipos de carne obtenidas de especies tradicionales como la bovina, porcina y aviar. No obstante, comparada con la carne de res, la carne de caballo presenta las siguientes ventajas: (i) Un nivel de grasa intramuscular más bajo con mayor contenidos de ácidos grasos poliinsaturados, lo que permite

catalogarla como una carne con alto aporte nutricional y favorable en los actuales regímenes alimenticios, teniendo en cuenta los numerosos beneficios para la salud que se atribuyen a este tipo de ácidos grasos. **(ii)** Un contenido de aminoácidos esenciales y no esenciales en relaciones adecuadas que hacen que su fracción proteica sea de alto valor biológico. **(iii)** Un importante contenido de hierro y bajo contenido de sodio comparado con otro tipo de carnes, lo que la hace conveniente para la población que presenten alteraciones en la prevalencia de consumo de estos minerales, por ejemplo, personas con enfermedades como anemia ferropénica o hipertensión.

Como sucede con todos los tipos de carnes, la composición de la carne equina se ve influenciada por factores como la edad y peso al sacrificio, raza, sexo, tipo de músculo y sistema de alimentación. Sin embargo, teniendo en cuenta que en la mayoría de los países los sistemas de producción actuales no se encuentran controlados, los estándares de calidad de la carne de caballo no corresponden a los exigidos por los mercados.

De otra parte, pese al alto valor nutricional de la carne equina, su aceptación en general es muy limitada debido a razones de índole cultural, pero además debido a la desconfianza que han generado en el consumidor las prácticas ilegales en las actividades de sacrificio y comercialización. Teniendo en cuenta estos aspectos, es necesario implementar estrategias que permitan estandarizar la cadena productiva de la carne equina, mejorando los sistemas de trazabilidad de los animales sacrificados, las razas utilizadas y evaluando diferentes sistemas de alimentación, así como también garantizando buenas prácticas de manufactura durante el proceso de beneficio. Pero mientras no existan políticas claras frente a la regulación de estos aspectos y las prácticas ilegales de sacrificio y comercialización sigan extendiéndose, el tabú frente a este tipo de carne seguirá limitando su consumo. Para evitar la repercusión negativa producida por el consumo marginal de carne equina, una estrategia que puede emprenderse es generar conciencia a través de un lenguaje específico y técnico referido al producto, como se plantea en este documento.

Referencias

1. Decreto 2278 (Por el cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 09 de 1979 en cuanto al sacrificio de animales de abasto público o para consumo humano y el procesamiento, transporte y comercialización de su carne). Presidencia de la República de Colombia 1982. <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=24295>
2. Aldai N, Lavín P, Kramer JKG, Jaroso R, Mantecón AR. Breed effect on quality veal production in mountain areas: emphasis on meat fatty acid composition. *Meat Science*. 2012;92(4):687-96. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174012002367>
3. Badiani A, Nanni N, Gatta PP, Tolomelli B, Manfredini M. Nutrient Profile of Horsemeat1. *Journal of Food Composition and Analysis*. 1997;10(3):254-69. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157597905408>
4. Belaunzaran X, Bessa RJB, Lavín P, Mantecón AR, Kramer JKG, Aldai N. Horse-meat for human consumption — Current research and future opportunities. *Meat Science*. 2015;108(0):74-81. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pub-med/26047980>

5. Cabrera MC, Saadoun A. An overview of the nutritional value of beef and lamb meat from South America. *Meat Science*. 2014;98(3):435-44. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174014002010>
6. Czerwonka M, Szterk A. The effect of meat cuts and thermal processing on selected mineral concentration in beef from Holstein–Friesian bulls. *Meat Science*. 2015;105:75-80. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174015000728?np=y&npKey=d62678ad123e9db1f10532aa-9867fa3a09bdb02fbc07dd21feba74e56c5f3add>
7. De la Fuente J, Díaz MT, Álvarez I, Oliver MA, Font i Furnols M, Sañudo C, et al. Fatty acid and vitamin E composition of intramuscular fat in cattle reared in different production systems. *Meat Science*. 2009;82(3):331-7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20416720>
8. De Palo P, Maggiolino A, Centoducati P, Tateo A. Colour Changes in Meat of Foals as Affected by Slaughtering Age and Post-thawing Time. *Asian Australas J Anim Sci*. 2012;25(12):1775-9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4094156/>
9. De Palo P, Maggiolino A, Centoducati P, Tateo A. Slaughtering Age Effect on Carcass Traits and Meat Quality of Italian Heavy Draught Horse Foals. *Asian Australas J Anim Sci*. 2013;26(11):1637-43. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4093806/>
10. De Palo P, Tateo A, Maggiolino A, Centoducati P. Effect of nutritive level on carcass traits and meat quality of IHDH foals. *Animal Science Journal = Nihon Chikusan Gakkaiho*. 2014;85(7):780-6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4140599/>
11. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Faostat (<http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD>). 2015 cited 2015 06-19.
12. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food and Agriculture data. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QL/S> 2015 cited 2015 06-27.
13. FAO. <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=342&lang=es> 2015 cited 2015 06-27.
14. FAO/WHO. Amino acid requirements of adults. Protein and amino acids requirements in human nutrition. 2007:135-59.
15. Franco D, Crecente S, Vázquez JA, Gómez M, Lorenzo JM. Effect of cross breeding and amount of finishing diet on growth parameters, carcass and meat composition of foals slaughtered at 15 months of age. *Meat Science*. 2013;93(3):547-56. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174012003798>
16. Franco D, Lorenzo JM. Effect of muscle and intensity of finishing diet on meat quality of foals slaughtered at 15 months. *Meat Science*. 2014; 96 (1):327-34. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23933631>

17. Franco D, Rodríguez E, Purriños L, Crecente S, Bermúdez R, Lorenzo JM. Meat quality of "Galician Mountain" foals breed. Effect of sex, slaughter age and livestock production system. *Meat Science*. 2011;88(2):292-8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21295922>
18. Guil-Guerrero JL, Rincón-Cervera MÁ, Venegas-Venegas CE, Ramos-Bueno RP, Suárez MD. Highly bioavailable α -linolenic acid from the subcutaneous fat of the Palaeolithic Relict "Galician horse". *International Food Research Journal*. 2013;20(6):3249-58. https://www.researchgate.net/publication/259949239_Highly_bioavailable_alpha-linolenic_acid_from_the_subcutaneous_fat_of_the_Palaeolithic_Relict_Galician_horse
19. Guil-Guerrero JL, Tikhonov A, Rodríguez-García I, Protopopov A, Grigoriev S, Ramos-Bueno RP. The Fat from Frozen Mammals Reveals Sources of Essential Fatty Acids Suitable for Palaeolithic and Neolithic Humans. *PLoS ONE*. 2014;9(1):e84480. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0084480>
20. Gutiérrez L-F, Belkacemi K. Palmitoleic Acid Enrichment of Seabuckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) Pulp Oil by Crystallization Process. *Separation Science and Technology*. 2008;43(8):2003-22. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01496390802064091?journalCode=lsst20>
21. He ML, Ishikawa S, Hidari H. Fatty Acid Profiles of Various Muscles and Adipose Tissues from Fattening Horses in Comparison with Beef Cattle and Pigs. *Asian Australas J Anim Sci*. 2005;18(11):1655-61. <http://www.ajas.info/journal/view.php?number=21172>
22. Juárez M, Polvillo O, Gómez MD, Alcalde MJ, Romero F, Valera M. Breed effect on carcass and meat quality of foals slaughtered at 24 months of age. *Meat Science*. 2009;83(2):224-8. <http://manueljuarez.scienceontheweb.net/english/publicaciones/objetos/Juarez-M. 2009 Breed%20effect%20on%20carcass%20and%20meat%20quality%20of%20foals%20slaughtered%20at%2024%20months%20of%20age.pdf>
23. Lanza M, Landi C, Scerra M, Galofaro V, Pennisi P. Meat quality and intramuscular fatty acid composition of Sanfratellano and Haflinger foals. *Meat Science*. 2009;81(1):142-7. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174008002349>
24. Lee C-E, Seong P-N, Oh W-Y, Ko M-S, Kim K-I, Jeong J-H. Nutritional characteristics of horsemeat in comparison with those of beef and pork. *Nutrition Research and Practice*. 2007;1(1):70-3. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2882581/>
25. Lorenzo JM, Fuciños C, Purriños L, Franco D. Intramuscular fatty acid composition of "Galician Mountain" foals breed: Effect of sex, slaughtered age and livestock production system. *Meat Science*. 2010;86(3):825-31. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20675062>
26. Lorenzo JM, Pateiro M. Influence of type of muscles on nutritional value of foal meat. *Meat Science*. 2013;93(3):630-8. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174012003683>

27. Lorenzo JM, Pateiro M, Franco D. Influence of muscle type on physicochemical and sensory properties of foal meat. *Meat Science*. 2013;94(1):77-83. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23391865>
28. Lorenzo JM, Sarriés MV, Tateo A, Polidori P, Franco D, Lanza M. Carcass characteristics, meat quality and nutritional value of horsemeat: A review. *Meat Science*. 2014;96(4):1478-88. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013006529>
29. Martin-Rosset W, Boccard R, Jussiaux M, Robelin J, Trillaud C. Rendement et composition des carcasses du poulain de boucherie. *Bulletin Technique CRZV Theix INRA*. 1980;41:57-64. <https://openagricola.nal.usda.gov/Record/IND81012596>
30. Matsuoka A, Takahashi T, Yamanaka Y. Lipid and fatty acid composition of *M. longissimus thoracis* of horse *Jpn J Dairy Food Sci*. 1993;42(3):89-96.
31. Menard C, Duncan P, Fleurance G, Georges J-Y, Lila M. Comparative foraging and nutrition of horses and cattle in European wetlands. *Journal of Applied Ecology*. 2002;39(1):120-33. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2664.2002.00693.x/epdf>
32. Nivia A, Vanegas-Azuero AM. Caracterización del sistema de comercialización de animales y carne de la especie equina en torno a una planta de beneficio. *Revista Ciencia Animal*. 2014;8:95-110. <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ca/article/view/3166>
33. Nivia A, Vanegas-Azuero AM, Belalcazar ME. Determinación del volumen de sacrificio y evaluación de variables cualitativas y cuantitativas en equinos sacrificados en una planta de beneficio animal. *Zootecnia Trop*. 2014;32(1):83-9. http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692014000100009
34. Paleari MA, Soncini G, Beretta G, Rossi MT. Microbiological and chemical aspects of corned, cooked and vacuum packed horsemeat. *Ital J Food Sci*. 1992;4:205-12. <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=4553008>
35. Pereira PMdCC, Vicente AFdRB. Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science*. 2013;93(3):586-92. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23273468>
36. Polawska E, Cooper RG, Jóźwik A, Pomianowski J. Meat from alternative species – nutritive and dietetic value, and its benefit for human health – a review. *CyTA - Journal of Food*. 2013;11(1):37-42. <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2012.680916>
37. Polidori P, Cavallucci C, Beghelli D, Vincenzetti S. Physical and chemical characteristics of donkey meat from Martina Franca breed. *Meat Science*. 2009;82(4):469-71. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20416677>
38. Polidori P, Pucciarelli S, Ariani A, Polzonetti V, Vincenzetti S. A comparison of the carcass and meat quality of Martina Franca donkey foals aged 8 or 12 months. *Meat Science*. 2015;106:6-10. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25863189>

39. Polidori P, Vincenzetti S, Cavallucci C, Beghelli D. Quality of donkey meat and carcass characteristics. *Meat Science*. 2008;80(4):1222-4. <http://www.science-direct.com/science/article/pii/S0309174008001745>
40. Raj S, Skiba G, Weremko D, Fandrejewski H, Migdał W, Borowiec F, et al. The relationship between the chemical composition of the carcass and the fatty acid composition of intramuscular fat and backfat of several pig breeds slaughtered at different weights. *Meat Science*. 2010;86(2):324-30. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20665991>
41. Sales J, Hayes JP. Proximate, amino acid and mineral composition of ostrich meat. *Food Chem*. 1996;56(2):167-70.
42. Sarriés MV, Beriain MJ. Carcass characteristics and meat quality of male and female foals. *Meat Science*. 2005;70(1):141-52. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814695002014>
43. Sarriés MV, Murray BE, Troy D, Beriain MJ. Intramuscular and subcutaneous lipid fatty acid profile composition in male and female foals. *Meat Science*. 2006;72(3):475-85. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174005003268>
44. Simopoulos AP. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2002;56(8):365-79. <http://www.science-direct.com/science/article/pii/S0753332202002536>
45. Tateo A, De Palo P, Ceci E, Centoducati P. Physicochemical properties of meat of Italian Heavy Draft horses slaughtered at the age of eleven months. *Journal of Animal Science*. 2008;86(5):1205-14. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18245501>
46. Tateo A, De Palo P, Padalino B, Centoducati P. Quality of carcasses in I.H.D.H. foals reared in the province of Bari (Italy). *Italian Journal of Animal Science*. 2005;4(418-420). <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.4081/ijas.2005.2s.418>
47. Tonial IB, Aguiar AC, Oliveira CC, Bonnafé EG, Visentainer JV, de Souza NE. Fatty acid and cholesterol content, chemical composition and sensory. *South African Journal of Animal Science*. 2009;39(4):328-32. http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-15892009000400011
48. Vanegas-Azuero AM. Características nutricionales de la carne equina: Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá; 2015.
49. Werner-Becker MP, Gallo C. Bienestar animal en equinos destinados al sacrificio: Transporte, reposo y aturdimiento. In: Mota-Rojas D, Guerrero-Legarreta I, editors. *Bienestar animal y calidad de la carne*. México: Editorial BM Editores; 2009. p. 85-101. http://www.ganaderia.com/ganaderia/home/articulos-interior.asp?cve_art=10081
50. Woods VB, Fearon AM. Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer into meat, milk and eggs: A review. *Livestock Science*. 2009;126 (1-3):1-20. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141309002674>