



# Influencia de la castración en la composición química de la carne de alpacas (*Vicugna pacos*)

Pedro U. Coila-Añasco<sup>1\*</sup> ; Domingo A. Ruelas-Calloapaza<sup>1</sup> ; Diana Sánchez-Herencia<sup>2</sup> ; César A. Olaguivel-Flores<sup>3</sup> ; Kelly A. Coila-Coaquira<sup>4</sup> .

<sup>1</sup>Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Puno, Perú.

<sup>2</sup>Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Cusco, Perú.

<sup>3</sup>Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Ayacucho, Perú.

<sup>4</sup>Instituto Tecnológico de la Producción, Centro de Innovación Tecnológica Textil Camélidos, Puno, Perú.

\*Correspondencia: [pcoila@unap.edu.pe](mailto:pcoila@unap.edu.pe)

Recibido: Julio 2022; Aceptado: Diciembre 2022; Publicado: Enero 2023.

## RESUMEN

**Objetivo.** Determinar la influencia de la castración de alpacas jóvenes sobre la composición centesimal y contenido de colesterol de su carne. **Materiales y métodos.** Con 20 animales machos, de 1.5 años de edad, de raza Huacaya se formaron grupos de 10 animales: experimental y control. Los del experimental, fueron sometidos a castración bilateral y los del control permanecieron "enteros". La alimentación de los animales fue en base a pastos naturales de la zona, bajo un sistema de crianza extensiva. Luego de seis meses, los animales fueron beneficiados y se tomaron muestras de tejido muscular de cinco regiones anatómicas: cuello, brazo, costillar, lomo y pierna. La humedad se determinó por desecación en estufa hasta peso constante, la grasa total por el método de Soxhlet, la proteína bruta por el método Kjeldahl, las cenizas por calcinación en mufla y el colesterol por el método colorimétrico, previa extracción de grasas con cloroformo/metanol (2:1). **Resultados.** El contenido de grasa es superior en los castrados (2.28%) que en los enteros (1.82%) ( $p \leq 0.01$ ) y varía entre las distintas regiones anatómicas ( $p \leq 0.05$ ); la humedad es mayor en enteros (76.14%) que en castrados (75.45%) ( $p \leq 0.01$ ), pero similar entre las distintas las regiones anatómicas ( $p > 0.05$ ); no hay diferencia estadística en el contenido de proteínas, cenizas y colesterol ( $p > 0.05$ ), siendo el promedio general de 20.39%, 1.13% y 55.56 mg/100 g, respectivamente. **Conclusiones.** Se evidenció efecto de la castración sobre la composición centesimal de la carne de alpaca de machos jóvenes al incrementar el contenido graso y disminuir la humedad.

**Palabras clave:** Alpacas; castración; composición de la carne; colesterol (*Fuente: CAB*).

## ABSTRACT

**Objective.** Determine the influence of bilateral castration in young alpacas over the centesimal chemical composition and content in their meat. **Materials and methods.** A total of 20 male Huacaya breed animals aged about 1.5 years old, were studied in two groups: experimental and control with 10 animals each. The experimental one was subjected to bilateral castration and the control one remained "intact". The animals' feeding was based on natural pastures from the surrounding area under an extensive rearing system. After six months, the animals were slaughtered and muscle

### Como citar (Vancouver).

Coila-Añasco PU, Ruelas-Calloapaza DA, Sánchez-Herencia D, Olaguivel-Flores CA, Coila-Coaquira KA. Influencia de la castración en la composición química de la carne de alpacas (*Vicugna pacos*). Rev MVZ Córdoba. 2023; 28(1):e2941. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2941>



©El (los) autor (es) 2023. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

tissue samples were taken from five anatomical regions: neck, arm, ribs, back, and leg. Moisture was determined by oven drying to constant weight, total fat by Soxhlet method, crude protein by Kjeldahl method, ashes by muffle calcination, and cholesterol by the colorimetric method after fat extraction with chloroform/ methanol (2:1). **Results.** Fat content was higher in castrated animals (2.28%) than in the intact ones (1.82%) ( $p \leq 0.01$ ) and varies among different anatomical regions ( $p \leq 0.05$ ); humidity is higher in intact animals (76.14%) than in castrated ones (75.45%) ( $p \leq 0.01$ ), but it was similar among different anatomical regions ( $p > 0.05$ ); there is no statistical difference in protein, ash, and cholesterol content ( $p > 0.05$ ) with a general average of 20.39%, 1.13%, and 55.56 mg/100 g, respectively. **Conclusion** Castration effect was evidenced on the centesimal composition of alpaca meat from young males by its fat content increase and humidity decrease.

**Keywords:** Alpacas; castration; meat composition; cholesterol (*Source: CAB*).

## INTRODUCCIÓN

La alpaca es un camélido sudamericano doméstico distribuido en América de Sur, su crianza la realizan las familias andinas por ser animales adaptados a la altura. Cumplen un rol importante en la población ya que son fuente de proteína de alto valor biológico, pieles y fibra de calidad; además, el consumo de su carne está en aumento en los países desarrollados debido a su bajo contenido graso y colesterol en relación a la carne de vacuno y ovino, convirtiéndose en un producto de gran valor para los mercados locales e internacionales (1). Al respecto, Popova et al (2), señalan que las carnes de alpaca y llama, son carnes rojas alternativas ya que producen canales magras. De este modo, la alpaca contribuye a la seguridad alimentaria de regiones de gran altitud por su capacidad para vivir en condiciones climáticas adversas, además de poseer un sistema digestivo adaptado para consumir plantas fibrosas y espinosas (3). En los últimos años, el interés y la investigación de la alpaca, como fuente valiosa de carne, ha salido de las fronteras de los países sudamericanos (2).

La castración de machos es una labor ampliamente practicada en las diversas especies como medio para controlar problemas conductuales del macho (menos agresivos, más dóciles y fáciles de manejar), evitar montas y gestaciones no deseadas, remover olores indeseables y mejorar la textura de la carne (4). La orquiectomía evita la reproducción debido a la supresión de los testículos donde se encuentran las células germinales encargadas de producir las hormonas sexuales como la testosterona; repercutiendo, de esta manera, en el comportamiento y conducta sexual (5).

Los efectos de la castración son conocidos en distintas razas de vacunos sobre determinadas características de la carne. Por ejemplo, se investigó el efecto de la castración sobre la calidad de la carne de bovinos piemonteses hipertrofiados, encontrándose que los castrados presentaban menor contenido de agua y mayor contenido de proteína y grasa que los machos enteros (6). En otro estudio realizado en novillos Hanwoo, se determinó que las edades de destete y castración sólo tuvieron efectos pequeños sobre el crecimiento y las características de la canal (7). Otro estudio en la porción comestible de la paleta (músculo y grasa) de corderos, determinó que los animales castrados presentan un mayor cantidad de grasa total y de colesterol, reduciéndose este último, con la edad (8).

En el caso de alpacas, es poca la información que existe acerca del efecto de la castración sobre la composición química de su carne; por tal razón, el objetivo del estudio fue determinar el efecto de la castración de alpacas machos jóvenes sobre la composición química centesimal (humedad, proteínas, lípidos y cenizas) y el contenido de colesterol en el músculo de cinco regiones anatómicas correspondientes a los cortes comerciales que se practica en la región.

En alpacas, la edad de la pubertad aún no ha sido bien definida. Si bien, hay alpacas macho que muestran interés sexual por las hembras al año de edad, sólo un 8% muestran completa liberación de las adherencias prepuciales, pero a la edad de dos años, el 70% son capaces de copular; y, a los tres años la totalidad de machos, presentan completa liberación de las adherencias (9). Ésta, aunado a la disponibilidad de animales, fueron las razones para elegir animales de un año de edad para el estudio.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Ubicación.** El estudio se realizó en el Centro Experimental "La Raya" de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, Santa Rosa, Melgar, Puno, ubicado a una altitud de 4136 a 5740 msnm, entre las coordenadas geográficas de 14°13'33" S y 70°57'12" O. El clima es variado, con temperaturas de 14.16°C y -14.88°C y una precipitación pluvial de 525.7 mm. La zona corresponde a la zona agroecológica de Puna Húmeda, conteniendo pastizales con una distribución heterogénea, siendo las especies predominantes: *Festuca dolichophylla*, *Muhlebergia fastigiata*, *Stipa ichu*, *Bromus unioloides*, *Calamagrostis sp*, *Alchemilla pinnata*, *Hordeum muticum*, *Trifolium amabili*, entre otros.

**Unidades experimentales.** Se seleccionaron 20 alpacas machos de raza Huacaya de un año y medio de edad; de éstos, 10 fueron castrados (grupo experimental) y 10 permanecieron sin castrar ("enteros") (grupo control). El manejo y alimentación de los animales durante el periodo experimental (abril-septiembre) fue en base a pastizales naturales bajo un sistema de crianza extensivo.

**Castración bilateral.** Las castraciones se realizaron mediante procedimiento quirúrgico con previa aplicación de anestesia local a fin de minimizar el estrés animal. Luego de removido los testículos, se aplicó en la herida un cicatrizante y por vía intramuscular un antibiótico de larga acción. Se observaron a los animales castrados durante tres días, periodo en el cual ninguno presentó complicaciones secundarias, restableciéndose completamente e incorporándose al rebaño respectivo.

**Beneficio, desuello y evisceración.** Luego de seis meses de la castración, los 20 animales fueron beneficiados por matarifes utilizando la técnica tradicional de sacrificio de alpacas que se practica en la región y tomando en consideración las disposiciones del Reglamento Sanitario del Faenado de Animales de Abasto del Servicio de Sanidad Agraria del Perú; esto es, cortando, al nivel del cuello, los principales vasos sanguíneos, tráquea, esófago y médula espinal en forma rápida a la altura de la articulación atlanto-occipital. Se separaron la cabeza y las patas, para luego proceder al desollado, evisceración y separación de la carcasa entera.

**Toma de muestras.** Se tomaron muestras de aproximadamente 30 g por región anatómica después de 30 min de oreo de la carcasa, las que se colocaron en bolsas de polietileno y éstos en caja refrigerada. Los músculos que se muestrearon y los cortes a los cuales representan fueron: braquiocefálico (cuello), *Longísimus dorsi* (costillar), transverso espinoso (lomo), tríceps braquial (brazuelo) y semitendinoso (pierna).

**Análisis químico.** La determinación centesimal de las muestras se realizó en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano, siguiendo procedimientos estandarizados. El contenido de humedad se realizó por desecación en estufa de aire forzado caliente hasta peso constante. La grasa total fue determinada por el método de Soxhlet hasta la obtención de peso constante. La proteína bruta fue cuantificada por el método de Kjeldahl y el contenido cenizas por calcinación en mufla a 550°C (10). El colesterol fue determinado por colorimetría utilizando los lípidos extraídos con la mezcla cloroformo/metanol (2:1) (11). Los análisis fueron realizados por triplicado.

**Procesamiento de datos y análisis estadístico.** Los datos se sometieron a la Prueba de Kolmogorov-Smirnov para verificar su normalidad. Para la homogeneidad de varianzas y diferencias estadísticas de medias se utilizó el modelo Factorial 2 x 5 (condición y región anatómica) bajo un diseño completo al azar. Los datos fueron organizados en hoja Excel y procesados con el paquete estadístico InfoStat.

## RESULTADOS

En la tabla 1 se presentan los resultados de la composición química centesimal y en la tabla 2 el contenido de colesterol en carne de alpacas enteros y castrados, según región anatómica.

Como se aprecia, el contenido de humedad es mayor en enteros (76.14%) que en castrados (75.45%) ( $p \leq 0.01$ ), sin embargo, no hay diferencia entre los cortes anatómicos ( $p > 0.05$ ). De manera contraria, el contenido de grasa es mayor en animales castrados (2.28%) que enteros (1.82%) ( $p \leq 0.01$ ), y varía entre los cortes ( $p \leq 0.05$ ). En el contenido de proteínas, cenizas y colesterol, no se han encontrado diferencias entre enteros y castrados, ni entre regiones anatómicas ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 1.** Composición química centesimal en tejido muscular de alpacas jóvenes de raza Huacaya según condición y región anatómica.

Condición	Región anatómica	n	Composición centesimal (%)			
			Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza
Entero	Cuello	10	76.05	20.39	1.85	1.17
	Brazo	10	75.88	20.18	2.18	1.11
	Costillar	10	76.30	19.93	1.89	1.12
	Lomo	10	76.40	20.34	1.47	1.13
	Pierna	10	76.07	20.49	1.68	1.11
	<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>76.14<sup>a</sup></b>	<b>20.27<sup>a</sup></b>	<b>1.82<sup>b</sup></b>	<b>1.13<sup>a</sup></b>
Castrado	Cuello	10	75.67	20.26	2.29	1.22
	Brazo	10	75.53	20.47	2.19	1.15
	Costillar	10	75.07	20.52	2.60	1.10
	Lomo	10	75.85	20.37	1.99	1.10
	Pierna	10	75.15	20.90	2.31	1.10
	<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>75.45<sup>b</sup></b>	<b>20.50<sup>a</sup></b>	<b>2.28<sup>a</sup></b>	<b>1.13<sup>a</sup></b>
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>	<b>75.80</b>	<b>20.39</b>	<b>2.04</b>	<b>1.13</b>

**Tabla 2.** Contenido de colesterol (mg/100 g) en tejido muscular de alpacas jóvenes de raza Huacaya según condición y región anatómica.

Condición	Región anatómica	n	Colesterol (mg/100 g) Promedio ± D.E.
Entero	Cuello	10	53.61 ± 1.89
	Brazo	10	55.00 ± 2.25
	Costillar	10	56.55 ± 1.31
	Lomo	10	55.76 ± 3.24
	Pierna	10	55.37 ± 1.70
	<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>55.26 ± 2.22<sup>a</sup></b>
Castrado	Cuello	10	54.34 ± 2.04
	Brazo	10	55.64 ± 2.94
	Costillar	10	56.97 ± 1.81
	Lomo	10	56.15 ± 3.31
	Pierna	10	56.18 ± 1.09
	<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>55.86 ± 2.34<sup>a</sup></b>
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>55.56 ± 2.28</b>

## DISCUSIÓN

El mayor contenido graso en castrados se atribuiría a la disminución drástica de la testosterona, hormona que cumple muchas funciones en el macho, ya que además de causar esterilidad permanente y suprimir los caracteres sexuales secundarios, mejora la aptitud de engorde y calidad de la carne por el mayor depósito de grasa ya que los andrógenos inhiben la capacidad de ciertas células adiposas de almacenar lípidos bloqueando una vía de transducción de señales. Purchas et al (12) indica que la castración en el bovino macho mejora el color, la textura, suavidad, jugosidad y sabor de la carne a través de su efecto incremental sobre la grasa intramuscular, hecho

que también estaría ocurriendo en el caso de alpacas. Por su parte, Schreurs et al (13), indican que las diferencias hormonales (entre castrados y enteros) afectan la composición del músculo ya que en machos la testosterona favorece una rápida formación de músculo en contra del depósito de grasa, haciendo que la carne presente un menor contenido graso que la de hembras o machos castrados, lo que a su vez, afecta a las características fisicoquímicas y sensoriales de la carne. De igual forma, el estudio de Cruz et al (8) en corderos Santa Inés, señala que la porción comestible de la paleta de los castrados presentó mayor cantidad de lípidos totales.

Existen muchos factores que influyen en la calidad de la carne, pero el contenido de grasa, es el parámetro con mayor efecto y una cantidad por debajo del 2% podría ser responsable de rechazo por parte de los consumidores, debido a que la presencia de grasa en la carne participa en la textura, jugosidad y flavor de la misma (14). Al respecto, De Lima Júnior et al (15), indican que la castración es un factor extrínseco que influye en la calidad de la carne. En ese sentido, sería recomendable realizar la castración en alpacas a fin de elevar su contenido graso y mejorar su calidad y mejor aceptación.

En comparación con otras especies de ganado, la carne de alpacas contiene niveles de proteína similares a los de los corderos (20.8%), cerdos (20.5%) y terneras (20.2%), aunque el contenido de grasa de la carne de alpacas es inferior a la de corderos (4.40%), cerdos (5.41%) y terneras (2.87%) (16). Comparando con otros estudios realizados en alpacas, los

resultados concuerdan con la mayoría de ellos. Así, por ejemplo, Cristofanelli et al (17) reporta un contenido de 73.64% de humedad, 23.33% de proteínas, 0.49% de grasa y 2.54% de cenizas tras haber analizado el músculo *Longissimus thoracis* y *Quadratus lumborum* de alpacas. Las diferencias, se deberían a factores como la edad, el sexo, la época, la alimentación, entre otros.

En relación a resultados con congéneres de la alpaca, Mamani-Linares et al (18) en carne de llamas determino un contenido de humedad de 73.34%, proteína 23.88%, grasa 1.56% y cenizas 1.19%, notándose que el contenido de proteínas es superior al de alpacas, así como es menor el contenido de humedad. Esta diferencia podría ser atribuida, además de la especie, a la edad, ya que estos autores analizaron la carne de animales adultos; y, como se conoce, el contenido de agua en los animales jóvenes es mayor que en los adultos. Por su parte, Kadim et al (19), estudió la composición química de la carne de camellos encontrando un 71% de humedad, 21.4% de proteínas, 4.4 de grasa y 1.1 de cenizas, resultados ligeramente similares al de alpacas del presente estudio, con excepción del contenido de grasa. De igual forma, Zarrin et al (3) menciona que la carne de camello bactriano contiene de 17 a 21% de proteínas, de 1.8 a 3.8% de grasa y de 0.9 a 1.1% de minerales, rangos en los que se encuentran los resultados para carne de alpacas.

Con respecto al colesterol, los resultados muestran que es similar en castrados y no castrados; y, entre las distintas regiones anatómicas. Si bien Lee et al (20) mencionan que la castración afecta la composición química de la carne debido a los cambios en el estado hormonal del animal, es probable que en el presente caso, la similitud se deba a que los animales en estudio fueron muy jóvenes en donde la acción de la testosterona, aún no está muy manifiesta como en los adultos, pues son éstos los que demandan mayores niveles de colesterol para la síntesis de hormonas. Este resultado es respaldado por Rule et al (21) quienes al estudiar colesterol en carne de novillos, demostraron que la castración no afectaba el contenido de colesterol en la carne de vacunos jóvenes.

La media de colesterol en carne de alpaca fue de 55.56 mg/100 g de tejido muscular, resultado ligeramente superior al reportado por Cristofanelli et al (17), quienes encontraron 51 mg/100 g en el músculo *L. dorsi*. Comparando con otras especies, este valor es menor, característica que favorece su consumo. Estas cualidades son

particularmente atractivos para los mercados locales e internacionales, representando un ingreso sustancial para los pequeños y medianos productores locales (18). Estudios realizados en Australia también han reportado que la carne de alpaca tiene una cobertura baja en grasa, lo que hace que estas canales sean susceptibles al acortamiento inducido por el frío durante el procesamiento (22).

En conclusión, se evidenció diferencia estadística entre la composición química de la carne de alpaca de animales jóvenes castrados y no castrados. La humedad es mayor en enteros (76.14%) que en castrados (75.45%), el contenido de grasa es mayor (2.28%) en castrados que en enteros (1.82%). No se encontró diferencias en el contenido de proteína (20.39%), cenizas (1.13%) y colesterol (55.56 mg/100 g), ni entre las regiones anatómicas.

### Conflicto de intereses

Declaramos todos los autores que durante la realización y elaboración de este trabajo no existió ningún tipo de conflicto de interés.

### Agradecimientos

Al Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos (IIPC) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, por habernos cedido los animales para la ejecución del presente estudio.

### Información sobre la contribución

Pedro Ubaldo Coila Añasco realizó los siguientes roles: conceptualización, metodología, análisis formal, investigación, escritura y recursos.

Domingo Alberto Ruelas Calloapaza realizó los siguientes roles: análisis formal, recursos y supervisión.

Diana Sánchez Herencia realizó los siguientes roles: metodología, análisis formal, investigación y recursos.

César Augusto Olaguivel Flores realizó los siguientes roles: metodología, análisis formal, investigación y recursos.

Kelly Anely Coila Coaquira realizó los siguientes roles: análisis formal, investigación, recursos y redacción.

### Aspectos Éticos/Legales

El estudio no incurrió en ningún problema ético o legal.

## REFERENCIAS

1. Saeed MA, Rashid MH, Vaughan J, Jabbar A. Sarcocystosis in South American camelids: The state of play revisited. *Parasites and Vectors*. 2018; 11(1):1–11. <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-018-2748-1>
2. Popova T, Tejeda L, Peñarrieta JM, Smith MA, Bush RD, Hopkins DL. Meat of South American camelids - Sensory quality and nutritional composition. *Meat Sci*. 2021; 171:108285. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108285>
3. Zarrin M, Riveros JL, Ahmadpour A, de Almeida AM, Konuspayeva G, Vargas-Bello-Pérez E, et al. Camelids: new players in the international animal production context. *Trop Anim Health Prod*. 2020; 52(3):903–913. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-019-02197-2>
4. Teye G. Effects of age/weight and castration on fatty acids composition in pork fat and the qualities of pork and pork fat in meishn x large white pigs. *African J Food, Agric Nutr Dev*. 2009; 9(8):1697–1711. <https://doi.org/10.4314/ajfand.v9i8.48408>
5. Reichler IM. Pros and cons of gonadectomy on health condition in female and male dogs. *Schweiz Arch Tierheilkd*. 2010; 152(6):267–272. <https://doi.org/10.1024/0036-7281/a000063>
6. Silva LHP, Assis DEF, Estrada MM, Assis GJF, Zamudio GDR, Carneiro GB, et al. Carcass and meat quality traits of Nellore young bulls and steers throughout fattening. *Livest Sci*. 2019; 229:28–36. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.09.012>
7. Lim H, Ahn JS, Kim MJ, Son GH, Park JK, Shim JY, et al. Effects of weaning and castration ages on growth performance, blood metabolites, and carcass characteristics in Hanwoo steers. *J Anim Sci Technol*. 2018; 60(1):1–11. <https://doi.org/10.1186/s40781-018-0188-2>
8. Cruz CAC da, Santos-Cruz CL dos, Castillo CJC, Souza AO de, Silva LB da, Brito PN. Lipidic characterization of Santa Inês lamb shoulder. *Ciência e Tecnol Aliment*. 2011; 31(2):508–516. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612011000200036>
9. Oscanoa A, Leyva V. V, García V. W, Gonzáles De La Cruz M. R, Alarcón B. V. Efecto de la Testosterona Exógena sobre las Adherencias Pene-Prepuciales y la Producción de Fibra en Alpacas Huacaya. *Rev Investig Vet del Perú*. 2017; 28(2):327. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i2.13070>
10. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official methods of analysis. 15th ed. Vol. 1, Chemical and Functional Properties of Food Saccharides. Arlington, Virginia: Association of Official Analytical Chemists, Inc.; 1990. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i2.13070>
11. Bohac CE, Rhee KS, Cross HR, Ono K. Assessment of Methodologies for Calorimetric Cholesterol Assay of Meats. *J Food Sci*. 1988; 53(6):1642–1644. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1988.tb07804.x>
12. Purchas RW, Burnham DL, Morris ST. Effects of growth potential and growth path on tenderness of beef longissimus muscle from bulls and steers. *J Anim Sci*. 2002; 80(12):3211–3221. <https://doi.org/10.2527/2002.80123211x>
13. Schreurs NM, Garcia F, Jurie C, Agabriel J, Micol D, Bauchart D, et al. Meta-analysis of the effect of animal maturity on muscle characteristics in different muscles, breeds, and sexes of cattle. *J Anim Sci*. 2008; 86(11):2872–2887. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-0882>
14. Schumacher M, DelCurto-Wyffels H, Thomson J, Boles J. Fat Deposition and Fat Effects on Meat Quality—A Review. *Animals*. 2022; 12(12):1550. <https://doi.org/10.3390/ani12121550>

15. De Lima Júnior D, de Carvalho F, Da Silva F, do N Rangel A, Novaes L, Difante G. Intrinsic factors affecting sheep meat quality: a review. *Rev Colomb Ciencias Pecu.* 2016; 29(1):3–15. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v29n1a01>
16. Hernández-Castellano LE, Nally JE, Lindahl J, Wanapat M, Alhidary IA, Fangueiro D, et al. Dairy science and health in the tropics: challenges and opportunities for the next decades. *Trop Anim Health Prod.* 2019; 51(5):1009–1017. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-019-01866-6>
17. Cristofanelli S, Antonini M, Torres D, Polidori P, Renieri C. Meat and carcass quality from Peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*). *Meat Sci.* 2004; 66(3):589–593. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(03\)00174-8](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(03)00174-8)
18. Mamani-Linares LW, Cayo F, Gallo C. Características de canal, calidad de carne y composición química de carne de llama: Una revisión. *Rev Inv Vet Perú.* 2014; 25(2):123–150. <http://doi.org/10.15381/rivep.v25i2.8484>
19. Kadim IT, Mahgoub O, Al-Marzooqi W, Khalaf SK, Raiymbek G. Composition, Quality and Health Aspects of the Dromedary (*Camelus dromedarius*) and Bactrian (*Camelus bactrianus*) Camel Meats: A Review. *Agric Mar Sci.* 2013; 18:7–24. <https://journals.squ.edu.om/index.php/jams/article/view/667>
20. Lee CY, Henricks DM, Skelley GC, Grimes LW. Growth and hormonal response of intact and castrate male cattle to trenbolone acetate and estradiol. *J Anim Sci.* 1990; 68(9):2682–2689. <https://doi.org/10.2527/1990.6892682x>
21. Rule DC, MacNeil MD, Short RE. Influence of Sire Growth Potential, Time on Feed, and Growing-Finishing Strategy on Cholesterol and Fatty Acids of the Ground Carcass and Longissimus Muscle of Beef Steers. *J Anim Sci.* 1997; 75(6):1525–1533. <https://doi.org/10.2527/1997.7561525x>
22. Smith MA, Bush RD, Thomson PC, Hopkins DL. Carcass traits and saleable meat yield of alpacas (*Vicugna pacos*) in Australia. *Meat Sci.* 2015; 107:1–11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.04.003>