

UNIVERSIDAD DEL MAR

Campus Puerto Ángel

División de Estudios
de Posgrado



Doctorado en Ecología Marina

Líneas de investigación:

- Ecología Marina
- Ecología de Peces y Biología pesquera
- Ecología de Tetrápodos Marinos
- Ecología y Taxonomía del Bentos
- Flujos de carbono en el Océano y Contaminación Marina
- Hidrodinámica de la Zona Costera
- Manejo de Recursos Marinos
- Taxonomía, Biogeografía y Ecología de Arrecifes Coralinos



Maestría en Ciencias: Ecología Marina



Doctorado en Ciencias Ambientales

Líneas de investigación:

- Análisis Químico de Contaminantes
- Biorremediación
- Diseño de Sistemas de Tratamiento
- Fenómenos de Transporte
- Gestión Ambiental
- Ingeniería Ambiental
- Química de Productos Naturales
- Simulación y Control de Procesos
- Técnicas Electroquímicas
- Toxicología Ambiental



Maestría en Ciencias Ambientales

Áreas de concentración:
Química Ambiental
Ingeniería Ambiental

Informes

Dr. Miguel Ángel Ahumada Sempoal
Jefe de la División de Estudios de Posgrado

Tel. (958) 584 3057 Ext. 111

Fax. (958) 584 3078

posgrado@huatulco.umar.mx

www.umar.mx

Técnicas de predicción de la composición tisular de la canal ovina: Revisión bibliográfica

Lizbeth E. Robles Jimenez, Jorge Osorio Avalos, Octavio A. Castelan Ortega & Manuel Gonzalez Ronquillo*

Resumen

Es importante continuar incrementando la eficiencia en la producción ovina, y la participación de los ovinocultores en la cadena de valor, a través de la innovación y el uso de tecnología que es generada mediante la investigación. Se realizó una revisión bibliográfica de las técnicas de predicción de las canales ovinas, las cuales pueden ayudar a los productores y transformadores para conocer la calidad de la canal de sus ovinos, y la calidad de los animales que adquiere vivos para la faena.

Palabras clave: Predicción, Ovinos, Canal, producción, investigación.

Recibido: 30 de mayo de 2018

Abstract

It is important to continue increasing efficiency in sheep production, including the participation of sheep farmers in the value chain, through innovation and the use of technology that is generated through research. A bibliographic review of the sheep carcass prediction techniques was carried out, which can help producers and processors know the quality of the carcasses of their sheep, and the quality of the live animals they acquire for slaughter.

Key words: Prediction, Sheep, Carcass, production, research.

Aceptado: 10 de septiembre de 2018

Introducción

En el mundo, la crianza de ovinos es una actividad ganadera de gran importancia, a pesar de la reducción que han reportado en los inventarios ovinos de varios países, se mantiene una población de alrededor de 1100 millones de cabezas (FAO 2015), y se producen casi 14.5 millones de toneladas de carne al año (Gira 2012) para satisfacer un consumo constante de este producto cárnico en los países industrializados y una demanda en aumento en los países en desarrollo (OCDE-FAO 2014).

En este contexto, es importante continuar incrementando la eficiencia en la producción primaria, pero también se precisa una mayor participación de los ovinocultores en la cadena de valor, a través de la innovación y el uso de tecnología generada mediante la investigación. Por ejemplo, el estudio de las características en la canal de ovinos permite establecer diversos parámetros, entre los cuales destacan: el rendimiento en canal, el porcentaje de la masa muscular deshuesada, el peso de los

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, Instituto Literario 100 Ote., 50000, Toluca, Estado de México, México.

* Autor de correspondencia: mrg@uaemex.mx (MGR)

cortes primarios y secundarios, el área del músculo *Longissimus dorsi*, el espesor de la grasa dorsal, etc. (Hernández *et al.* 2012).

Dichos parámetros proporcionan información sobre la calidad del producto final; no obstante, para obtener este tipo de información, primero es necesario sacrificar a los animales, lo que no siempre es posible. Por lo que resultaría de mucha utilidad poder llevar a cabo estudios orientados a predecir la composición en animales vivos, sin la necesidad de recurrir al sacrificio.

La correlación, entre parámetros *ante mortem* y *post mortem*, puede ser una herramienta práctica que permita identificar a los animales cuyas canales sean de mejor calidad antes del sacrificio (Durán *et al.* 2012). En este sentido, Marshall *et al.* (2001) observaron que el peso vivo al momento de la matanza está correlacionado con el perímetro torácico y con la profundidad del pecho. De la misma manera, el peso vivo al sacrificio se relaciona con el largo de la grupa y el perímetro torácico (Marshall *et al.* 2002); y el perímetro de la grupa está correlacionado con el peso del músculo y con la proporción de grasa de la canal (Partida *et al.* 2011). Obviamente, todo lo anterior es de interés para los productores y comercializadores, sobre todo tomando en cuenta que ésta información se obtiene antes de la faena, lo que permite decidir la conveniencia de enviar los animales al rastro o, en su defecto, posponer su sacrificio hasta que alcancen un mayor porcentaje del peso maduro (Marshall *et al.* 2001, Marshall *et al.* 2002).

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo, fue realizar una revisión bibliografía de las técnicas de predicción de la canal ovina las cuales pueden ayudar a los productores y transformadores para conocer la calidad de la canal de sus ovinos, y la calidad de los animales que adquieren vivos para la faena.

Técnicas de predicción

La determinación de la composición corporal de los animales y, más concretamente, la valoración de los componentes de su canal tiene una larga historia, como lo muestra un

estudio sobre la composición de los animales de abasto realizado por Lawes & Gilbert (1860) hace ya 157 años (Delfa *et al.* 2005).

Actualmente, existe una extensa bibliografía sobre técnicas o métodos que permiten predecir la composición corporal de la canal de los animales de abasto (Delfa *et al.* 2005). Algunos ejemplos de estas técnicas son la caracterización visual, mediciones corporales, ultrasonido, tomografía axial computarizada y rayos X, así como la combinación entre técnicas (Karamichou *et al.* 2006, Navajas *et al.* 2006, Lambe *et al.* 2008). Utilizando estos métodos de predicción se valora la canal y sus tejidos de una manera no destructiva (Kongsro *et al.* 2008). Considerando que dentro de estas técnicas de predicción existen dos tipos de evaluaciones, las *ante mortem* y las *post mortem* (Delfa *et al.* 2005, Hernández *et al.* 2012).

En las mediciones *ante mortem* (Figura 1), se han utilizado las medidas zoométricas en animales vivos como predictores de la composición tisular de la canal, así como en el procedimiento de cría y selección (Cam *et al.* 2010). Entre estas se consideran: longitud del dorso (LD), altura al corvejón (ACO), longitud de la grupa (LG), longitud del cuello (LC), perímetro torácico (PT), perímetro abdominal (PA), circunferencia de la caña (CC), altura a la caña (AC), altura a la cruz (ACR). Además de la obtención del peso vivo y edad del ovino (Stewart *et al.* 2002, Alcalde *et al.* 2005, Luaces *et al.* 2008, Hernández *et al.* 2012).

Las apreciaciones visuales de la condición corporal en los animales vivos, conforma la evaluación más antigua de recopilación de información para la selección, jugó un rol central en muchas asociaciones de criadores. Sin embargo, dan información con base en el criterio y experiencia del evaluador; por lo tanto, están sujetas a mayor error al momento de obtener los resultados (Janssens & Vandepitte 2004, Birteed & Ozoje 2012).

Algunos autores han indicado que el peso vivo presenta algunas deficiencias como indicador de la composición corporal, debido a la incapacidad para distinguir entre diferentes estados de madurez fisiológica y

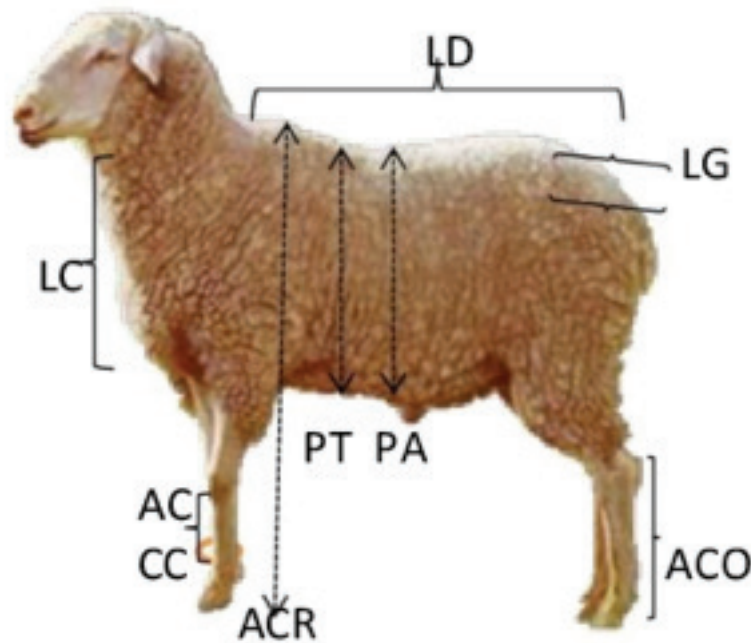


Figura 1. Medidas zoométricas en animales vivos. (LD) Longitud del dorso, (ACO) Altura al corvejón, (LG) Longitud de la grupa, (LC) Longitud del cuello, (PT) Perímetro torácico, (PA) Perímetro abdominal, (CC) Circunferencia de la caña, (AC) Altura a la caña, (ACR) Altura a la cruz.

genotipo (Stanford *et al.* 1985, Fortin *et al.* 1986, Cavanagh *et al.* 2010).

Las ventajas de las medidas zoométricas así como de las apreciaciones visuales son el bajo costo y la facilidad para obtenerlas; sin embargo, las medidas son datos más reales y precisos que las apreciaciones visuales.

Una desventaja de las medidas zoométricas es que la mala calibración de los aparatos utilizados o las cintas métricas, el movimiento de los animales, así como la cobertura de vellón aumentan el error de los resultados obtenidos.

El uso del ultrasonido en la producción animal es una herramienta que ha sido utilizada para medir el espesor de grasa dorsal y las dimensiones del músculo *Longissimus dorsi*, lo que permite estimar la calidad de las canales en animales vivos (Grill *et al.* 2015), y con los valores resultantes de las mediciones se han propuesto criterios para seleccionar a los futuros reproductores (Bianchi *et al.* 2006).

Una de las ventajas es que las mediciones se realizan internamente, puesto que las

ondas ultrasónicas penetran las paredes y se propagan a través del tejido; sin embargo, es un método no invasivo.

La tomografía axial computarizada también ha demostrado que tiene un gran potencial para la evaluación temprana y precisa en animales vivos, tanto para determinar el engrasamiento de la canal, como para estimar la musculatura; no obstante, esta técnica no es fácil de implementar en un entorno industrial por la salud ocupacional (Macfarlane *et al.* 2004, Macfarlane *et al.* 2006).

Las desventajas de los métodos de tomografía y del ultrasonido es que las personas que manejan estos equipos son factores que influyen en la obtención de los datos, ya que la apreciación visual es diferente de un individuo a otro, además que deben de tener una capacitación previa para poder dar una interpretación adecuada; así mismo, estos métodos son costosos.

Por otra parte, las mediciones *post mortem* se realizan directamente sobre la canal o sobre

alguna de sus partes, por lo que se requiere matar al animal para poder realizarlas. Hay métodos invasivos y no invasivos que son sencillos y mejoran la exactitud de la predicción (Kempster *et al.* 1987, Delfa *et al.* 1996, Hopkins & Fogarty 1998, Díaz *et al.* 2004, Miguel *et al.* 2007). El simple peso de la canal suele darnos una idea de la condición de una canal, ya que presenta una relación directa con la cantidad de los tejidos que la conforman (músculo, grasa y hueso) (Carrasco *et al.* 2009). Por ejemplo la cantidad de grasa aumenta conforme aumenta el peso vivo (Camacho 2011).

En este contexto, numerosos autores han empleado las medidas de conformación y de engrasamiento, por ejemplo Safari *et al.* (2001) informaron que la medición de la profundidad de la grasa subcutánea en la quinta costilla, proporciona una predicción más exacta de la cantidad de carne magra que la predicción basada en ultrasonido sobre la 12^a costilla, puesto que es uno de los lugares de mayor deposición de tejido adiposo de la canal.

Muchos sistemas de clasificación de canales, especialmente para bovinos productores de carne, utilizan el grado de marmoleo como un factor importante en la predicción de la composición de la canal, debido a que el grado de infiltración de grasa intramuscular determina la calidad de la carne (Hocquette *et al.* 2010). De acuerdo con Mullen (2002) las mediciones deben tomarse dentro de las 24 a 48 h después de la matanza antes de que se presenten cambios estructurales, y según Koochmarai *et al.* (2005) y Swatland (2002) deben ser no destructivas, no invasivas, de bajo costo y tener potencial para su automatización en un sistema de medición robusto y preciso.

La predicción de la composición de la canal a partir de la disección de todas las articulaciones es el sistema más preciso, pero es el método más costoso y laborioso (Kempster 1981). Las piezas obtenidas tras el despiece también puede ser un indicador para la predicción de la canal. Por ejemplo, la disección de la media canal izquierda, aunque algunos investigadores han optado por estimarla

a partir de la disección de la espalda, dados los elevados coeficientes de correlación entre su composición y la canal (Boccard *et al.* 1976, Sañudo 1980), aunque la valoración de la canal, a través de esta pieza, maximiza la cantidad de músculo y minimiza la de grasa (Sañudo 1980, López 1987, Sañudo *et al.* 1989). Sin embargo, Boccard *et al.* (1976) señalaron que la pierna, en primer lugar, y la espalda, en segundo, poseen un elevado valor predictor, pero estos autores, al igual que Diestre (1985) recomendaron usar la espalda debido a su menor precio en el mercado.

Kempster (1981) señaló que la predicción a partir de una pieza es más exacta que la obtenida a partir de otras mediciones; además, se ha demostrado que la disección es más precisa para determinar el contenido de carne magra de las canales (Nissen *et al.*, 2006), pero algo más pobre con respecto a la repetibilidad y fiabilidad de la grasa y el músculo (Johansen *et al.* 2007). Diferentes autores (Ruiz de Huidobro *et al.* 1994, Díaz 2004, Miguélez *et al.* 2006, Luaces *et al.* 2008) han realizado trabajos utilizando ecuaciones de predicción, obtenidas a partir de las mediciones de las piezas de la canal, ya que están altamente correlacionadas con la composición de la canal; sin embargo, es conveniente obtener ecuaciones de predicción para cada uno de nuestros genotipos autóctonos, para evitar los errores que conlleva la aplicación de otras ecuaciones que fueron calculadas para otros genotipos y rangos de peso (Luaces *et al.* 2008).

Por último, respecto a las medidas zoométricas, se han analizado mediciones de ultrasonografía que muestran una alta correlación entre la medida del área del ojo de lomo (el cual es un indicador de la proporción muscular), el espesor de la grasa dorsal (que es indicador del grado de finalización del animal y la calidad de la canal), en combinación con el peso vivo (el cual se puede utilizar para estimar el rendimiento en canal y rendimiento magro) (Davis *et al.* 1964, Silva *et al.* 2005, Bedhiat & Djemali 2006, Wolf *et al.* 2007).

Conclusión

Con base en la revisión expuesta, consideramos que el uso de las técnicas de predicción (*in vivo*) pueden ser una buena alternativa para ayudar a los productores y comercializadores en el conocimiento de la calidad de la carne de sus ovinos destinados al consumo humano. Todas las técnicas pueden ser una buena alternativa; sin embargo, se tienen que considerar sus ventajas y desventajas. Ya que algunas son más costosas y laboriosas. El simple uso de medidas zoométricas son una buena opción para predecir las calidad de la canal sin la necesidad de sacrificar al ovino, además de que es un metodo económico y sencillo.

Agradecimientos

A dos revisores anónimos que realizaron valiosos comentarios a la versión inicial de este trabajo.

Referencias

- Alcalde, M.J., A. Horcada, M. Juárez, A. Siles, C. Porras & M. Valera. 2005. Calidad de la canal de corderos (ternasco y lechal) de la raza autóctona andaluza Churra Lebrijana. XXX Jornadas científicas y IX internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Granada, España.
- Bedhiaf, S. & M. Djemali. 2006. Estimation of sheep carcass traits by ultrasound technology. *Livestock Science*. 101(1-3): 294-299.
- Bianchi, G., G. Garibotto, O. Feed, O. Bentancur & J. Franco. 2006. Efecto del peso al sacrificio sobre la calidad de la canal y de la carne de corderos Corriedale puros y cruza. *Archivos de medicina veterinaria*. 38(2):161-165.
- Birteeb, P. T. & M. O. Ozoje. 2012. Prediction of live body weight from linear body measurements of west african long-legged and west african dwarf sheep in northern Ghana. *Journal of Animal and Feed Research*. 2: 427-434.
- Boccard, R., B. L. Dumont & J. Lefevre. 1976. Étude de la production de la viande chez les ovins. X. Relations entre la composition anatomique des différents régions corporelles de l'agneau. *Annales Zootechnie*. 25, 95-110.
- Cam, M. A., M. Olfaz & E. Soydan. 2010. Body Measurements Reflect Body Weights and Carcass Yields in Karayaka Sheep. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*. 5(2): 120-27.
- Camacho, A., V. Pérez, J. Mata & L. A. Bermejo. 2011. Ecuaciones predictoras de la composición tisular de la canal en dos razas ovinas canarias. *Archivo Zootecnico*. 60:1125-1135.
- Cavanagh, C. R., E. Jonas, M. Hobbs, P. C. Thomson, I. Tamman & H. W. Raadsma. 2010. Mapping Quantitative Trait Loci (QTL) in sheep. III. QTL for carcass composition traits derived from CT scans and aligned with a meta-assembly for sheep and cattle carcass QTL. *Genetics Selection Evolution*. 42-36.
- Carrasco, S., G. Ripoll, B. Panea, J. Álvarez-Rodríguez & M. Joy. 2009. Carcass tissue composition in light lambs: Influence of feeding system and prediction equations. *Livestock Science*. 126: 112-121.
- Davis, J. K., R. A. Long, R. L. Saffle, E.P. Warren & J. L. Carmon. 1964. Use of ultrasonic and visual appraisal to estimate total muscling in beef cattle. *Journal Animal Science*. 23(3): 638-644.
- Delfa, R., C. Gonzalez & A. Teixeira. 1996. Use of cold carcass weight and fat depth measurements to predict carcass composition of Rasa Aragonesa lambs. *Small Ruminant Research*. 20: 267-274.
- Delfa, R., A. Teixeira, V. Cadavez & I. Sierra. 2005. Predicción *in vivo* de la composición de la canal: técnicas de los ultrasonidos y puntuación de la condición corporal. Monografía INIA. 3: 61-87.
- Diaz, M. T., V. Cañeque, S. Lauzurica, S. Velasco, F. Ruiz de Huidobro & C. Pérez. 2004. Prediction of suckling lamb carcass composition from objective and subjective carcass measurements. *Meat Science*. 66: 895-902.
- Diestre, A. 1985. Estudio de los factores biológicos determinantes del desarrollo de las canales de cordero y de sus características comerciales. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad Zaragoza.
- Durán, O.D., Y. D. Sanabria & N. J. Trujillo. 2012. Estimación del rendimiento en canal de ovinos mediante la ultrasonografía: influencia de la castración y el lugar de procedencia. @limentech Ciencia y Tecnología Alimentaria. 10(1): 45-46.
- FAO, 2015. Consumo de carne. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/background.html>
- Fortin, A. & J. N. B. Shrestha. 1986. In vivo estimation of carcass meat by ultrasound in ram lambs slaughtered at an average live weight of 37 Kg. *Animal Production*. 43: 469-475.
- Grill, L. F. Ringdorfer, R. Baumung & B. Fuerst-Waltl. 2015. Evaluation of ultrasound scanning to predict carcass composition of Austrian meat sheep. *Small Ruminant Research*. 123: 260-268.
- Gira. 2012. Outlook for the global beef and sheep meat market and industry – global overview to MIA/Beef & Lamb NZ: Queenstown. Presentation slides.

- Hernández, E. D. F., H. J. Oliva, C. A. Pascual & C. J. A. Hinojosa. 2012. Descripción de medidas corporales y composición de la canal en corderas Pelibuey: estudio preliminar. Nota Técnica. Revista Científica. XXII, 1: 24-31.
- Hocquette, J. F., F. Gondret, E. Baeza, F. Medale, C. Jurie & D. W. Pethick. 2010. Intramuscular fat content in meat-producing animals: development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers. *Animal*. 4: 303-319.
- Hopkins, D. L. & N. M. Fogarty. 1998. Diverse lamb genotypes 1: yield of the saleable cuts and meat and the prediction of yield. *Meat Science*. 49: 459-475.
- Janssens, S. & W. Vandepitte. 2004. Genetic parameters for body measurements and linear type traits in Belgian Bleu du Maine, Suffolk and Texel sheep. *Small Ruminant Research*. 54(1-2): 13-24.
- Johansen, J., B. Egelandsdal, M. Roe, K. Kvaal & A. H. Aastveit. 2007. Calibration models for lamb carcass composition analysis using computerized tomography (CT) imaging. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*. 87: 303-311.
- Karamichou, E., R. I. Richardson, G. R. Nute, K. A. McLean, & S. C. Bishop. 2006. Genetic analyses of carcass composition, as assessed by X-ray computer tomography, and meat quality traits in Scottish Blackface sheep. *Animal Science*. 82: 151-162.
- Kempster, A. J. 1981. The indirect evaluation of sheep carcass composition in breeding schemes, population studies and experiments. *Livestock Production Science*. 8: 263-271.
- Kempster, A. J., D. Croston & D. W. Jones. 1987. Tissue growth and development in crossbred lambs sired by ten breeds. *Livestock Production Science*. 16: 145-162.
- Kongsro, J, M RØe, A H Aastveit, K Kvaal, and B Egelandsdal. 2008. "Virtual dissection of lamb carcasses using computer tomography (CT) and its correlation to manual dissection. *Journal of Food Engineering*. 88: 86-93.
- Koohmaraie, M., S. D. Shackelford & T. L. Wheeler. 2005. Biological bases that determine beef tenderness. The science of beef quality. *In* Eighth annual Langford food industry conference. Proceedings of the British Society Animal Science. 13-19.
- Lambe, N. R, E. A. Navajas, C. P. Schofield, A. V. Fisher, G. Simm, R. Roehe & L. Bünger. 2008. The use of various live animal measurements to predict carcass and meat quality in two divergent lamb breeds. *Meat Science*. 80: 1138-1149.
- Lawes, J. B. & J. H. Gilbert. 1860. On the composition of oxen, sheep and pigs and their increase while fattening. *J Roy Agro Soc Eng*. 21: 433-473. Citado por: Janes, S.D.M. (1989) quantitative methods of carcass evaluation. *Conference Practical*. 57-62.
- López, M. 1987. Calidad de la canal y de la carne en los tipos lechal, ternasco y cordero de la raza Lacha y estudio de su desarrollo. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. 465.
- Luaces, M., C. Calvo, A. Fernández, J. L. Viana & L. Sánchez. 2008. Ecuaciones predictoras de la composición tisular de las canales de corderos de raza Gallega. *Archivos de Zootecnia*. 57: 1-12.
- Macfarlane, J. M., R. M. Lewis & G. C. Emmans. 2004. Effects of two dried forages, and a choice between them, on intake, growth and carcass composition in lambs of two breeds and their cross. *Animal Science*. 78: 485-496.
- Macfarlane, J. M., R. M. Lewis, G. C. Emmans, M. J. Young & G. Simm. 2006. Predicting carcass composition of terminal sire sheep using X-ray computed tomography. *Animal Science*. 82: 289-300.
- Marshall, W., M. Collantes, A. Corchado, J. A. Bertot, F. Uña, V. Torres & A. Martín. 2001. Predicción de la canal, composición tisular y rasgos regionales, en corderos Pelibuey suplementados con gallinaza. II. Estimación del peso de la carne. *Revista de Producción Animal*. 13: 37-42.
- Marshall, W., M. Collantes, A. Corchado, J. A. Bertot, F. Uña, V. Torres & A. Martín. 2002. Predicción de la canal, composición tisular y rasgos regionales, en corderos Pelibuey suplementados con gallinaza. III. Estimación del peso del costillar. *Revista de Producción Animal*. 14.
- Miguélez, E., J. M. Zumalacárregui, M. T. Osorio, O. Beteta, J. Mateo. 2006. Carcass characteristics of suckling lambs protected by the PGI Lechazo de Castilla y León. European quality label: Effect of breed, sex and carcass weight. *Meat Science*. 73: 82-89.
- Miguel, E., F. Ruiz de Huidobro, B. Blázquez, S. Velasco, S. Luzurica, C. Pérez & V. Cañeque. 2007. Live weight effect on the prediction of tissue composition in suckling lamb carcasses using the European Union scale. *Small Ruminant Research*. 67: 199-208.
- Mullen, A. M. 2002. New techniques for analyzing raw meat quality. *In* Kerry, J., J. Kerry, & D. Ledward (Eds.), *Meat processing Improving Quality*. 394-416.
- Navajas, E. A., C. A. Glasbey, K. A. McLean, A. V. Fisher, A. J. L. Charteris, & N. R. Lambe, et al. 2006. In vivo measurements of muscle volume by automatic image analysis of spiral computed tomography scans. *Animal Science*. 82: 545-553.
- Nissen, P., M. Busk, H. Oksama, M. Seynaeve, M. Gispert, M. Walstra, I. Hansson & E. Olssen. 2006. The estimated accuracy of the EU reference dissection method for pig carcass classification. *Meat Science*. 73: 22-28.
- OCDE-FAO. 2014. Perspectivas agrícolas, 2014-2023. <http://www.fao.org/3/a-i3818s.pdf>
- Partida, P. J. A. & V. D. Braña. 2011. Metodología para la evaluación de la canal ovina. Folleto Técnico INIFAP.

9: 2-57.

- Ruiz de Huidobro, F. & V. Cañeque. 1994. Producción de carne en corderos de la raza Manchega. IV. Ecuaciones predictoras de la composición tisular de las canales. *Investigación Agraria Producción y Sanidad Animal*. 9: 71-82.
- Safari, E. D. L. Hopkins & N. M. Fogarty. 2001. Diverse lamb genotypes – 4. Predicting the yield of saleable meat and trimmed high value cuts from carcass measurements. *Meat Science*. 58: 207-214.
- Sañudo, C. 1980. Calidad de la canal y de la carne en el ternasco Aragonés. Tesis Doctoral. Fac. Vet. Universidad de Zaragoza. 337.
- Sañudo, C., I. Sierra, J. L. Olleta, A. Conesa & M. J. Alcalde. 1989. La calidad de la canal y de la carne en corderos ligeros tipo ternasco: Competencia con canales de procedencia extranjera. *Actas de las XIV Jornadas Científicas de la S.E.O.C. Jaén*. 223-232.
- Silva, S. R, M. J. Gómez, A. Días-da-Silva, L. F. Gil & J. M. T. Azevedo. 2005. Estimation *in vivo* of the body and carcass chemical composition of growing lambs by real-time ultrasonography. *Journal Animal Science*. 83(2): 350-357.
- Stanford, K., I. Clark & S. D. M. Jones. 1995. Use of Ultrasound in prediction of carcass characteristics in lambs. *Can Journal Animal Science*. 75: 185-189.
- Stewart, W. M., M. Collantes, A. Corchado, J. A. Bertot, F. Uña, V. Torres & L. Zarduy. 2002. Predicción de la canal, composición tisular y rasgos regionales en corderos Pelibuey suplementados con gallinaza. III. Estimación del peso de la paleta. *Revista de Producción Animal*. 14(2): 5-9.
- Wolf, B. T. & D. A. Jones. 2007. Inheritance of an *in vivo* leg conformation score in Texel lambs and its association with growth, ultrasonic measurements and muscularity. *Livestock Science*. 110(1): 133-140.