

La ultrasonografía técnica emergente en la producción de carne ovina de calidad

The emerging ultrasonography technique in the sheep meat production of quality

Duran O. Daniel*, Trujillo N. Yanine

Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Programa Ingeniería de Alimentos, Grupo de Investigación en Ingeniería y Tecnología de Alimentos "GINTAL", Universidad de Pamplona, Km 1 Vía Bucaramanga, Pamplona, Norte de Santander, Colombia

Recibido 30 de Marzo 2010; aceptado 4 de Mayo de 2010

RESUMEN

El ultrasonido son ondas de sonido de alta frecuencia las cuales no son audibles por el hombre. Los sonidos audibles están entre 20 – 20 000 hercios (Hz, o ciclos por segundo), y los ultrasonidos de diagnóstico están entre 1 – 10 MHz. Cuando las ondas chocan con un tejido, un líquido o un gas, algunas son absorbidas y otras se reflejan en forma de ecos que son captados por el equipo para ser interpretados en forma de imágenes. La ecografía aplicada a la evaluación carnicera en el animal vivo es hoy una de las tecnologías emergentes y más seguras para pronosticar la composición y calidad carnicera en los animales vivos. Sus aplicaciones en esta área van, desde la selección en desde temprana edad en los animales de pedigree y en sus progenes, hasta la calificación de los animales para faena. En el caso de los ovinos, las referencias para las mediciones tienen algunas variantes; si bien el área de lomo, el espesor o profundidad del lomo y grasa de cobertura se miden sobre el último espacio intercostal en forma similar al vacuno, cabe destacar que se puede realizar una medición más externa de la grasa, manteniendo el transductor en la misma posición o en la misma imagen. Por tanto, la técnica del ultrasonido, se convierte así en una gran ayuda para aquellos que buscan los mejores niveles de producción, productividad y competitividad de los productores permitiendo el control de los procesos productivos.

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia. E-mail: danielduran@unipamplona.edu.co

Palabras clave: *aptitud cárnica, canal, carne ovina, ecografía, ultrasonografía.*

ABSTRACT

The ultrasound is formed by sound waves of high-frequency which are not audible to man. Audible sounds are between 20 - 20 000 hertz (Hz, or cycles per second), and diagnostic ultrasounds are between 1 to 10 MHz; when waves collide with fabric, liquid or gas, some are absorbed and others are reflected as echoes that are captured by the equipment to be interpreted as images. The echography applied to the assessment of butchery in the living animal is today one of the emerging technologies and safer to predict the composition and quality of butchery in living animals. Its applications in this area range from the selection of animals from an early age in pedigree and their progenies to the classification of animals for slaughter. In the case of the sheep the references for the measurements have some variations; the loin area, the loin depth and thickness, and fat thickness are measured on the last inter costal space similarly to beef. It should be noted that it can be performed an outermost measurement of fat, maintaining the transducer at the same position or in the same image. Thus, the ultrasound technique becomes a great help for those seeking the highest levels of production, productivity and competitiveness of producers allowing the control of production processes.

Keywords: *meat production, sheep meat, ultrasound.*

INTRODUCCIÓN

La ecografía o ultrasonografía es una herramienta de diagnóstico, no invasiva ni destructiva, que se puede utilizar para conocer la composición corporal de ovinos vivos, sin afectar su integridad física. Por eso, ésta tecnología puede ser un excelente instrumento en la selección de ejemplares reproductores de razas cárnica. La ecografía le proporciona al productor un criterio de selección que se basa en la cantidad y calidad de carne que el animal produce durante sus diversas etapas de desarrollo. Esto garantiza que se seleccionen los mejores sementales de la raza, con base en su potencial real de producción cárnica.

La ultrasonografía como herramienta en la producción ovina

Según Giraldo (2003); la tecnología del ultrasonido nace en 1880 con el desarrollo de los efectos piezoeléctricos. Luego fue aplicada en forma de SONAR (*Sound Navigation and Ranging*) durante la segunda guerra mundial para la detección de barcos, submarinos y aviones de guerra. La emisión de las ondas de ultrasonido se obtiene por medio de cristales que son sometidos a una corriente eléctrica logrando que vibren; la recepción de estas ondas se logra cuando retornan de nuevo a

los cristales al chocar con los tejidos. Estos cristales están contenidos en dispositivos llamados transductores o sondas ecográficas conectadas a un monitor. (Perkins 2000, Ginther *et al.*, 1989).

Desde 1950, la ecografía, ultrasonografía o scanning está siendo utilizada por muchos veterinarios en ganadería; posteriormente se comenzó a aplicar en otras especies en el diagnóstico clínico, reproductivo e investigación (Palmer y Driancourt 1980, Kassam *et al.*, 1987, Taverne y Willemse 1989).

La ecografía como herramienta diagnóstica, se desarrolló en la década del 50 del siglo pasado, siendo bastante precaria, por la imposibilidad de formar imágenes en tiempo real. Estas restricciones se superaron en la década siguiente, lo que permitió la incorporación rutinaria del diagnóstico ecográfico en medicina humana. En medicina veterinaria y reproducción-producción animal, en cambio, esta técnica tardó un par de décadas en ser incorporada en los países desarrollados (Parraguez, 2007).

La ecografía también llamada ultrasonografía es la técnica que utiliza las ondas de sonido y sus ecos, de forma tal que logran hacer visibles las estructuras del cuerpo. Gracias a sus incomparables ventajas y al valor agregado que aportan en los sistemas de comercialización, se ha convertido en la herramienta más utilizada por veterinarios especializados para evaluar la composición carnífera en los animales vivos. Su aplicación al pie de la manga, con aparatos modernos, portátiles y sin traumatismo alguno, permite determinar el nivel de engrasamiento, medir el bife (como indicador de cantidad de carne) y saber el porcentaje de grasa intramuscular (como patrón de sabor, jugosidad, etc.).

El uso de rutina de esta tecnología, al que se llama comercial, es aplicado específicamente a la determinación del grado de gordura de animales destinados a faena. Esto tiene como fin la optimización de los recursos forrajeros a fin de no alimentar de más a aquellos animales que ya poseen el grado de terminación justo para ser comercializados (Ferrario y Fernández, 2007).

Según Delfa *et al.*, (2000), los ultrasonidos constituyen una buena técnica de valoración en vivo, de la composición corporal y de la canal, siendo ampliamente investigados en ganado porcino (Kempster *et al.*, 1979) y bovino (Simm, 1983 y Andersen, 1984). Los trabajos en ovinos, aunque en menor medida que para las especies anteriormente citadas, han abarcado su aplicación en la reproducción, nutrición, mejora genética e industria cárnica (Delfa *et al.*, 1991, 1995, 1996; Silva *et al.*, 2005; Teixeira y Delfa, 1997; Cadavez *et al.*, 1999, 2000).

Partida de la P. (2010) afirma, que la ecografía o ultrasonografía es una herramienta de diagnóstico, no invasiva ni destructiva, que se puede utilizar para conocer la composición corporal de ovinos vivos, sin afectar su integridad física. La ecografía le proporciona al productor un criterio de selección que se basa en la cantidad y calidad de carne que el animal produce durante sus diversas etapas de desarrollo. Esto garantiza que se seleccionen los mejores sementales de la raza, con base en su potencial real de producción cárnica. También la ultrasonografía permite al productor efectuar una evaluación previa de los animales destinados al abasto y realizar una comercialización “certificada” por la calidad, que se basa en la composición corporal del animal.

Aun después del sacrificio, el uso de la ecografía nos ofrece diversas posibilidades de estimar la calidad de la canal, de predecir el porcentaje de cortes magros y de pronosticar el valor comercial; todo ello, sin realizar cortes ni dañar alguna parte de la canal. Esto permitirá obtener un precio preferencial al momento de la comercialización”.

Principios de la ecografía

El ultrasonido está compuesto por ondas de sonido de alta frecuencia las cuales no son audibles por el hombre. Los sonidos audibles están entre 20 – 20 000 hercios (Hz, o ciclos por segundo), y los ultrasonidos diagnósticos están entre 1 – 10 MHz (Goddard, 2000); ninguno se propaga en el vacío, y en medio gaseoso la transmisión es pobre. Cuando las ondas chocan con un tejido, un líquido o un gas, algunas son absorbidas y otras se reflejan en forma de ecos que son captados por el equipo para ser interpretados en forma de imágenes (Giraldo, 2003).

Partida de la P. (2010) indica, que los aparatos de ultrasonido funcionan mediante la emisión de ondas sonoras de alta frecuencia (superiores a 3,0 MHz), que son emitidas por sondas o transductores (transmisor-receptor). Estas ondas penetran los diferentes tejidos corporales y regresan en forma de ecos que son captados por la misma sonda emisora, después son procesados, y, por último, son convertidos en impulsos eléctricos que pueden ser vistos en una pantalla en forma de una imagen.

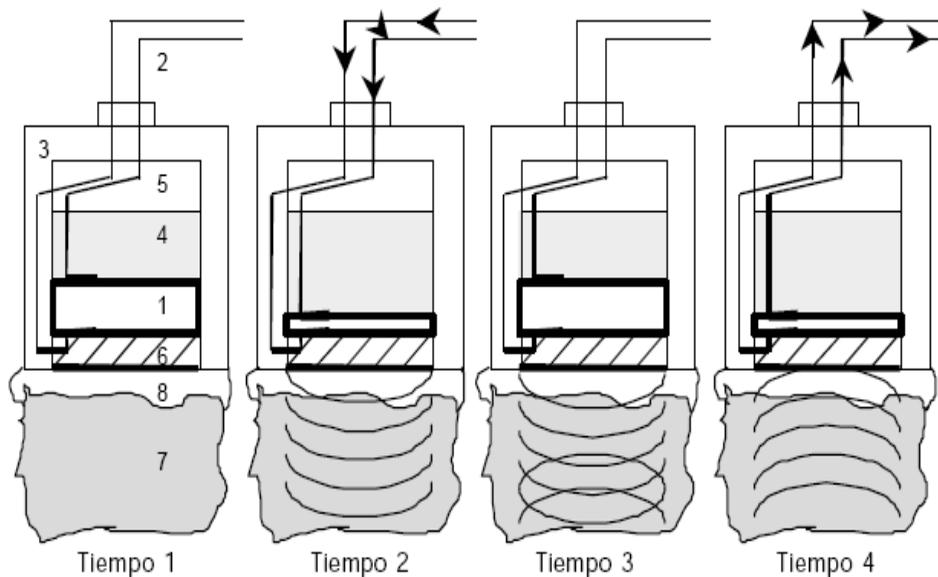
La ultrasonografía se fundamenta básicamente en dos conceptos o principios:

- *Impedancia acústica:* Es el producto de la velocidad del sonido en una sustancia

y la densidad de la misma (Goddard, 2000). La diferencia en la impedancia acústica de los diferentes tejidos determinan la cantidad de ondas que se reflejan y la fuerza con que son captadas de regreso, o sea, la intensidad de brillo de los puntos de la imagen ecográfica.

- *Efecto piezoeléctrico:* La aplicación de una corriente de alto voltaje en la cara posterior de algunos cristales (naturales o producidos artificialmente) hace que se deformen produciendo una vibración. La magnitud de ésta deformación, y por lo tanto de la frecuencia de vibración, es proporcional al voltaje aplicado y se traduce como la fuerza de la onda ultrasónica. A todos los cristales no se les aplica el voltaje al mismo tiempo (Figura 1), sino por segmentos lineales, para mejorar la calidad de la onda (Goddard, 2000, Kahn 1990).

Las ondas ultrasónicas, al regresar de su paso por los tejidos, chocan con la cara anterior de los cristales y de nuevo los deforman (Figura 1), transformando ésta energía mecánica en una señal eléctrica (voltaje) proporcional a la intensidad (o fuerza) del eco reflejado (Goddard 2000).



Efecto Piezoeléctrico. 1) Cristal, 2) Conexión eléctrica, 3) Carcasa, 4) Material amortiguante, 5) Material trasero, 6) Material conductor, 7) Tejido, 8) Gel conductor. Tiempo 1: Estado de reposo, Tiempo 2: Voltaje eléctrico que comprime el cristal logrando el envío de ondas, Tiempo 3: Ondas viajando a través del tejido y produciendo ecos, Tiempo 4: Retorno de los ecos comprimen el cristal y se convierten en voltaje

Figura 1. Principio de la ecografía.
Fuente: Giraldo, 2003.

Equipos, partes y accesorios usados en la ultrasonografía

Binidost *et al* (1999) afirman que los instrumentos ultrasonográficos empleados actualmente en veterinaria se denominan scanners de modo B (corte bidimensional) y tiempo real (visión instantánea de los tejidos examinados), con transductores de 3.5Mhz, 5Mhz ó 7.5Mhz (1MHz = 1.000.000 de ondas de sonido por segundo).

El equipo de ultrasonido, o ecógrafo

El equipo de ultrasonido, o ecógrafo, está compuesto por una consola y un transductor (Figura 2). En el caso del Aquila Pro es un escáner por ultrasonidos, blanco y negro de

alta calidad. Proporciona la calidad de imagen necesaria para realizar diagnósticos fiables, siendo al mismo tiempo fácil de operar y transportar. Las diversas opciones y ajustes programables disponibles junto con programas específicos de medición veterinaria hacen que el sistema sea ideal para aplicaciones que van desde la detección del embarazo hasta mediciones de espesor de grasa subcutánea. Aquila Pro está equipado con un teclado alfanumérico retroiluminado, y puede ser configurado con o sin carro de transporte. Incluye una tarjeta de memoria extraíble de 32 Mb, la cual permite almacenar hasta 160 imágenes, así como también realizar actualizaciones de software, dos conectores de sonda y memoria cine.



Figura 2. Ecógrafo Aquila Pro

Fuente: Esaote; 2010.

Transductores o sondas

Para los transductores o sondas, su núcleo funcional se encuentra en el material piezoeléctrico que fabrica los impulsos. Generalmente se usan los cristales artificiales de *zirconato-titanato de plomo* (PZT) por ser muy precisos. La frecuencia de resonancia del transductor es fijada por el fabricante y se relaciona con el grosor (normalmente inferior a 1 mm). Los transductores lineales tienen entre 64 – 256 cristales alineados a lo largo del eje mayor de la sonda. Hay una capa amortiguante detrás de los cristales (resina epóxica con polvo de tungsteno y caucho) que reduce la duración del pulso y mejora la resolución (Goddard, 2000).

Hay tres tipos de transductores (frecuentemente llamados sondas): *lineales*, *sectoriales* y *convexos* (figura 3). Los primeros tienen los cristales alineados a lo largo del transductor, producen una imagen rectangular y el diámetro horizontal coincide con el largo de la fila de cristales, lo que permite un amplio recorrido del cristal para una mejor resolución y una ventana pequeña que facilita la visualización entre las costillas, permitiendo de esta forma un ángulo de escaneo ancho. Estos son los comúnmente usados en diagnós-

tico reproductivo por vía rectal debido a que tienen una gran superficie plana de contacto. El transductor es orientado generalmente en sentido longitudinal, observándose en la pantalla planos transversales de los distintos órganos. Los *transductores sectoriales* producen una imagen triangular, con el vértice hacia arriba, y su ventaja es que requieren una pequeña superficie de contacto (ej. Espacio intercostal). Los *convexos*, más modernos, son intermedios entre los anteriores; en ellos los cristales se disponen alineados sobre una superficie convexa, dando una imagen en abanico, muy utilizados en técnicas reproductivas de gran precisión.

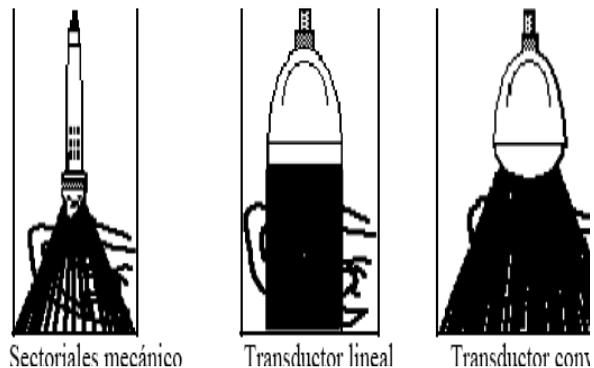


Figura 3. Tipos de transductores o sondas

Fuente: Feijs, 2006.

Los transductores de ordenamiento lineal necesitan una mayor área de contacto con la superficie, mientras que los sectoriales (de forma convexa) sólo requieren un área pequeña y facilitan la visualización de estructuras inaccesibles mediante los lineales (Ej., visualización intercostal). Un transductor lineal tiene los cristales ubicados en línea recta, produciendo una imagen rectangular en la pantalla del monitor. Un transductor sectorial produce una imagen triangular (Ginther *et al.*, 1989).

Las sondas tienen un recubrimiento lacrado para prevenir la entrada de humedad y

evitar accidentes de tipo eléctrico (Goddard, 2000). Los transductores son costosos y muy frágiles. Son rígidos, y por lo tanto, no se acomodan a la forma del animal, por lo que en algunas aplicaciones se utilizan almohadillas (guías súper-blandas o stand-off), las cuales ayudan a la acústica y están disponibles en diferentes tamaños, tipos de transductores y especie animal (Perkins, 2000).

La profundidad y el tamaño de la mínima estructura visible en la imagen, están determinados por la frecuencia del transductor. Transductores de alta frecuencia (5 y 7.5MHz.) poseen mayor poder de resolución y menor de penetración que los de baja frecuencia (3.5MHz.).

Generalmente las investigaciones relacionadas con la determinación de la aptitud carnicera se han realizado con un transductor lineal de 18 cm de longitud ASP (Transductor lineal de Ciencia Animal), el cual es uno de los que han sido aceptados por diferentes asociaciones para realizar las diferentes ecografías relacionadas con la aptitud carnicera; es así como Vargas *et al.*, (2007), con este tipo de sonda evaluaron la profundidad y el área del *Longissimusdorsi* mediante uso de ultrasonografía en 79 ovinos de pelo machos, jóvenes de entre 5 a 8 meses de edad y pesos de entre 40 y 46 kg, pertenecientes a diferentes genotipos pero con características parecidas a las de razas Katahdine, Dorper, Pelibuey y Black Belly.

Como componentes accesorios pueden mencionarse: cámara de video e impresora térmica. Equipos modernos permiten conexión de cámaras digitales y archivo de datos e imágenes en disquetes.

Medidas principales que se realizan con el ecógrafo

Para Giorgio (2010), la ultrasonografía es una herramienta de uso común, que es utilizada para la medición del espesor de grasa dorsal, de la pared del cuerpo y dimensiones del musculo *Longissimus dorsi*, para de esta forma estimar la calidad de la canal del animal. Esta herramienta permite seleccionar tempranamente a aquellos carnerillos que demuestran superioridad en tales características. También, son variables relevantes en la construcción de índices de selección (Simm, 1998).

De la Peña (2010), afirmó que las principales mediciones que se realizan en ovinos con ultrasonido en tiempo real son: profundidad, anchura y área del músculo del lomo (ojo de bife, ojo de chuleta); también se mide el espesor de la grasa subcutánea o de cobertura (figura 4) y se puede realizar la evaluación del espesor de la grasa que cubre el pecho. Por lo general, las mediciones del lomo se asocian con la composición de la canal, mientras que las de la grasa nos indican el grado de finalización del animal.



Figura 4. Vista en la pantalla de un aparato de ultrasonido
Fuente: Bianchi OG y Garibotto G. 2004.

Interpretación de las imágenes

Según Freire (2004); los rayos ultrasónicos, al atravesar diferentes medios biológicos, pueden llegar a conformar una imagen que será dependiente de la densidad del medio (o mejor de su impedancia acústica):

- Medios gaseosos con una cohesión muy débil (aire en tórax, gases), son difíciles de atravesar. El aire junto con otros medios crea interfases muy reflectivas. Por esta razón se evita la capa de aire entre el transductor y la superficie del animal, utilizando geles que facilitan su contacto. El coeficiente de absorción total de rayos ultrasónicos en el aire es de 7 db/cm para una frecuencia de 2 MHz; en cambio, en el agua es solo de 0,009 db/cm para la misma frecuencia.
- Medios líquidos (sangre, orina, exudados, etc.). Facilitan la transmisión de las ondas ultrasonoras.
- Medios sólidos con una mediana cohesión molecular. Causan una importante atenuación de la energía de las ondas ultrasónicas.
- Medios sólidos con una cohesión muy fuerte (hueso o estructuras calcificadas). Permiten una penetración acelerada de las ondas ultrasónicas, pero como su impedancia acústica es muy elevada, posee una alta atenuación. La diferencia de impedancia acústica entre una estructura calcificada y otra de tejidos blandos cualquiera, genera una interfaz que hace que gran parte de la energía incidente sea reflejada. Este aspecto se torna más importante cuando se pretende comparar pacientes de diferente talla y edad.

Metodología para tomar la ecografía

Para la preparación de los animales para la toma de la ecografía (medida ultrasonográfica), se peinó la lana simulando una especie de “raya en medio” para propiciar un mejor acoplamiento de la sonda con el cuerpo del animal. Esta raya se realizó sobre la 12^a y 13^a costilla a una distancia de 3,8 cm de la línea media dorsal. También, se puede realizar un esquila en la misma sección de tal forma que el pelo o la lana no interfieran en la medida creando dificultad y obteniendo imágenes defectuosas. Posteriormente se aplica gel de ultrasonido o aceite vegetal comestible para realizar un buen contacto acústico entre la sonda y la superficie corporal. Seguidamente se efectúa la medición con el transductor, una vez configurado el ecógrafo.

La medición se realiza con la sonda en posición perpendicular a la columna vertebral (con objeto de poder visualizar todo el área muscular) o bien en forma paralela a la columna (Para mejor ilustración ver la figura 5). Tomada la ecografía, la imagen correspondiente se guarda en el equipo y posteriormente se realizan las medidas ultrasonográficas sobre la misma.

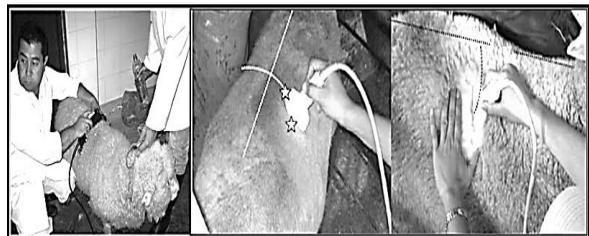


Figura 5. Vista en la pantalla de un aparato de ultrasonido

Sobre las ecografías tomadas a los ovinos se utiliza el software incorporado en el equipo y se procede a realizar las diferentes

medidas ultrasonográficas (área del ojo de bife, profundidad del ojo de bife y grasa subcutánea). Estas medidas se realizaron como

mínimo por tres técnicos cada uno por separado con el fin de buscar mayor efectividad en los resultados (figura 6).



Figura 6. Vista en la pantalla de un aparato de ultrasonido

Estudios realizados con ultrasonografía sobre ovinos

Según Vargas *et al.*, (2007), el uso de la ultrasonografía (ecografía) como medio para predecir características de la canal en los ovinos de razas laneras ha sido objeto de muchos trabajos de investigación. Algunos han encontrado una serie de relaciones de interés con la producción; por ejemplo, la determinación de la grasa en animales en vivo y la cantidad de grasa de la canal, o la relación entre componentes de la canal y algunas características del músculo, en especial el *longissimus dorsi* determinado entre la 12ª y 13ª costilla (Stanford *et al.*, 1998; Simm *et al.*, 2001). Sin embargo se sabe que los depósitos de grasa en ovinos de pelo son un tanto diferentes, por lo que no necesariamente las mismas consideraciones que se han realizado con las razas ovinas laneras en cuanto a la evaluación de la canal con los animales in vivo, pueden aplicarse a las razas de pelo. Por otro lado, existen evidencias

de que algunas medidas del músculo pueden ser incorporadas dentro de los programas de mejoramiento genético (Jones *et al.*, 2006).

En las investigaciones realizadas por Vargas *et al.*, (2007), con el objeto de establecer la relación entre algunas características de la canal con el peso vivo y la medición de profundidad del músculo *longissimus dorsi* (PML) por medio de ultrasonografía, se encontraron correlaciones positivas para el peso vivo con todas las características de la canal excepto las relacionadas con rendimiento que fueron negativas. La PML tuvo correlación baja positiva ($p < 0,05$), con el peso vivo y negativa con rendimiento de la canal caliente.

Bianchi *et al* (2005), estudiaron el efecto del tipo genético sobre características productivas y calidad de canal y de carne de 50 corderos pesados, 25 Corriedale puros (C) y 25 Hampshire Down x Corriedale (HDxC) y encontraron que “el tipo genético afectó la

mayoría de las características de crecimiento y de canal analizadas, registrándose en los corderos cruza, además de mayor peso antes del sacrificio, mayor peso de canal (19,1 vs 16,3 kg, HDxC y C, respectivamente), mejor rendimiento (49,3 vs 47,0%, HDxC y C, respectivamente) y superior índice de compacidad de canal (0,267 vs 0,224 kg/cm, HDxC y C, respectivamente). No obstante, estos resultados no se reflejaron en diferencias importantes en el valor comercial de las canales provenientes de uno u otro genotipo, y tampoco en los parámetros de calidad de carne medidos”.

Son apreciables los estudios realizados sobre la predicción de la composición tisular buscando determinar un punto de equilibrio entre la precisión de dichas predicciones y la utilización de elementos o medidas que deprecien lo menos posible la canal. De esta forma Timon y Bichard (1965) encontraron que el costillar era la pieza que mejor predecía el porcentaje de músculo de la canal. Sin embargo, Bocard *et al.*, (1970) señalaron que la pierna, en primer lugar, y la espalda, en segundo, poseían un elevado valor predictor. Los citados autores, al igual que Diestre (1985), recomendaron usar la espalda debido a su menor precio en el mercado. Por su parte, Kempster *et al.* (1976), hallaron que la espalda, el badal y la parte anterior del costillar predecían con gran exactitud el porcentaje de músculo en la canal.

Cadavez *et al.*, (2000); realizaron diferentes medidas de profundidad del M. *longissimus dorsi* (PMLD), así como del espesor de grasa subcutánea (EGS) entre la 12-13^a vértebras torácicas o dorsales (D12), 1-2^a (L1) y 3-4^a (L3) vértebras lumbares. También llevaron a cabo medidas del espe-

sor de la grasa esternal en la 2^a (EGE2), 3^a (EGE3) y 4^a (EGE4) esternibras. Las medidas de ultrasonidos realizadas in vivo y el peso vivo (PV) las utilizaron para la predicción de la composición de la canal por regresión Stepwise, encontrando que todos los modelos desarrollados fueron altamente significativos ($P < 0,001$) y explicaran 68, 71, 83 y 62% de la variación en el porcentaje del músculo, hueso, grasa subcutánea y grasa intermuscular, respectivamente. La desviación estándar residual (desv) de los modelos fue inferior a 29,21 g kg⁻¹.

Cruz Colín *et al.*, (2006), tomaron registros de 326 corderos Hampshire, 97 Dorset y 88 Suffolk durante cuatro pruebas de comportamiento, para evaluar en cada prueba el peso final (PF), la ganancia diaria de peso (GDP) y la conversión alimenticia (CALIM) y, al término de cada prueba, el espesor de grasa dorsal del área del músculo del lomo (EGAML), profundidad del área del músculo del lomo (PAML), y área del músculo del lomo (AML). Encontraron diferencias ($p \leq 0,05$) entre razas para PF, GDP, CALIM, EGAML y AML. Los pesos finales de los corderos Suffolk, Hampshire y Dorset fueron 66.0±1.4 kg, 64.4±0.8 kg y 59.2±0.8 kg. La GDP fue mayor en los corderos Hampshire (0.45±0.01 kg) que en los Suffolk (0.42±0.02 kg) y Dorset (0.37±0.01 kg).

Los corderos Hampshire tuvieron una mejor CALIM (3.9±0.1) con respecto a los Dorset (4.6±0.1) y Suffolk (5.8±0.2). Los corderos Suffolk tuvieron mayor EGAML (8.3±0.5 mm) que los Dorset (5.2±0.3 mm) y Hampshire (5.0±0.3 mm). Para AML, los promedios fueron 15.1±1.0, 14.4±0.6 y 13.3±0.6 cm² para los corderos Suffolk, Hampshire y Dorset. Hubo diferencias ($p \leq 0,05$) en GDP

y CALIM debidas al mes de nacimiento; los corderos nacidos en el periodo 2 tuvieron mejor GDP y CALIM (0.43 ± 0.01 kg y 4.6 ± 0.1) que los nacidos en el periodo 1 (0.40 ± 0.01 y 4.9 ± 0.1). La edad de la madre afectó únicamente el EGAML ($p \leq 0.05$); los corderos hijos de ovejas de un año de edad tuvieron el menor promedio (5.7 ± 0.2 mm), comparados con corderos hijos de madres de 2 y 3 ó más años de edad (6.4 ± 0.1 mm). Los corderos Hampshire tuvieron los mejores promedios para las variables analizadas.

Berg, *et al.*, (1978) evaluaron tecnologías electrónicas (ultrasonido en tiempo real, sonda de reflectancia óptica, análisis de impedancia dieléctrica y la exploración electromagnética (TOBEC)), para la determinación exacta de la composición de la canal de cordero, evaluando a 106 corderos representativos del mercado EE.UU en cuanto a localización geográfica, sexo, cría, peso de la canal, grado de la producción (rendimiento), y sistema de producción.

Todas las tecnologías, excepto el ultrasonido en tiempo real, fueron probados en las canales (prerigor) calientes y repetidas después de 24-h de refrigeración. Las exploraciones longitudinales ultrasónicas de la profundidad de grasa y del tejido muscular y la clasificación por sonda de la profundidad de la grasa fueron predictores marginales del rendimiento proporcional de la canal. Las medidas TOBEC a menudo suponen mayor variabilidad asociada con los kilogramos magros diseccionados y el porcentaje en peso magro de la canal.

Las ecuaciones de las medidas tomadas con TOBEC eran los predictores más exactos del peso y del porcentaje diseccionado magro

libre de grasa. Medidas de la impedancia dieléctrica de la resistencia y de la reactividad con el peso de la canal también fueron buenos predictores de la composición de la canal. La predicción de la distribución magra en la canal por medidas TOBEC fueron las más exactas en la predicción magra de la pierna.

K. A. Leymaster *et al.*, (1993) estudiaron carneros de la raza Suffolk, con un promedio en peso de 72.5 kg en peso vivo a la hora de la exploración, y determinaron grasa subcutánea en el esternón y grosor de la piel en la escápula. La desviación estándar residual la utilizaron para indicar la precisión lograda en la predicción de extracto etéreo, proteína y ceniza en carneros de igual peso vivo.

Las medidas con ultrasonido por zonas no mejoraron significativamente la precisión en relación con las medidas lineales. La medida por ultrasonido más informativa para cada característica composicional fue la profundidad de la grasa en la línea media de la tercera vértebra coccígea, una zona de exploración no investigada anteriormente. Una segunda medida adicional por ultrasonido para la ecuación de predicción también afecta el extracto etéreo ($p < 0.05$), pero tiene efectos marginales en proteína ($p < 0.01$) y ceniza ($p < 10$). Las ecuaciones de predicción desarrolladas mediante medidas de ultrasonido no proporcionan suficiente precisión para fomentar un amplio uso del escanograma para la investigación en ganado ovino.

Teixeira *et al.*, (1996), evaluaron la exactitud de la ecografía para medir el espesor de la grasa de los corderos vivos y predecir la composición de la canal, trabajo que denominaron estimación en vivo de la composición de la canal de cordero por ecografía en tiempo

real, y que para el desarrollo de esta tomaron las medidas de espesor de la grasa dorsal entre las costillas 12 y 13 y entre las vértebras lumbares 3 y 4, en 67 machos Churra Galega Bragançana (peso medio de 36,0 kg, rango 21.5-47.0 kg), utilizando un Aloka SSD-500V equipado con dos sondas (5 y 7,5 MHz), encontrando que la correlación satisfactoria entre la mayoría de la canal y de mediciones de ultrasonido fue entre las vértebras lumbares 3 y 4 de espesor de grasa dorsal (GD), llegando a la conclusión que las medidas de ultrasonido en vivo del espesor de la grasa en asociación con el peso vivo se puede utilizar para predecir la composición de la canal en corderos de raza Churra Galega Bragançana.

Ripoll, *et al.*; (2009) sacrificaron 129 corderos tipo Ternasco de las razas Churra Tensina y Raza Aragonesa a un peso vivo entre 22 y 24 kg con el objetivo de estudiar la exactitud de las medidas de ultrasonidos realizadas en canal caliente y su utilidad para estimar la composición de la canal en el rango de pesos del cordero tipo Ternasco. Se midieron los espesores de grasa subcutánea y el ancho y profundidad del músculo en la 10^a vértebra torácica a tres distancias de la línea media dorsal por medio de ultrasonidos en la canal caliente. Estas mismas medidas se realizaron con calibre en la canal fría y se realizó la disección en músculo, grasa total y hueso.

Las medidas de ultrasonidos y de canal fría las compararon y desarrollaron ecuaciones de predicción de la composición de la canal, concluyendo que las medidas de ultrasonidos en canal subestimaron los espesores medidos en canal fría. Los espesores de grasa medidos por ultrasonidos con interfase tuvieron menor diferencia que los medidos sin interfase con el espesor de la grasa de la

canal fría en cualquiera de los tres puntos usados. El peso de la canal caliente explica en mayor porcentaje la composición de la canal y recomendaron que para mejorar la fiabilidad de las ecuaciones sería necesario ampliar el rango de pesos utilizados.

Silva *et al.*, (1994) titularon su trabajo como “estimación en vivo de la composición de la canal ovina usando ultrasonido en tiempo real con dos sondas de 5 y 7.5 MHz. y análisis de imagen”.

Las mediciones fueron tomadas por ultrasonidos en 46 ovejas utilizando una máquina de ultrasonido en tiempo real equipado con 2 sondas (5 y 7,5 MHz). Mediciones de espesor de grasa subcutánea (SC) y profundidad del músculo LM (MD) y la superficie (MA) se tomaron en 2 regiones, en la 13 vértebras torácicas (SC13, MD13, y MA13, respectivamente) y en el intervalo entre la lumbares tercera y cuarta vértebras (SC34, MD34, y MA34, respectivamente). El espesor de la grasa también se midió en la tercera esternebra del esternón. La relación entre canal y en las mediciones de ultrasonido vivo fue alta para todas las mediciones (2 entre 0,54 y 0,96, $p < 0,01$). En cuanto a MD y SC, el 7,5 MHz las estimaciones de la sonda fueron consistentemente más precisa que las estimaciones a 5-MHz (r^2 aumentó entre 0,09 y 0,13), pero lo contrario ocurrió con las estimaciones en el MA, aunque en menor medida. Las estimaciones de composición de la canal para el músculo, la grasa subcutánea, grasa intermuscular, interior, y grasa total sobre la base de BW (peso corporal) explica en gran medida la variación.

En la mayoría de los casos (55 de 70) la introducción de una medida de ultrasoni-

do en adición a las ecuaciones de regresión múltiple mejora aún más la explicación de la variación de peso de los tejidos de la canal, grasa interna, y la grasa total. Para estimación de los músculos de la canal, las mediciones ecográficas del músculo prevé un aumento de r^2 entre el 0,05 y 0,10 ($p < 0,01$). El SC13 y SC34 dio las mejoras más significativas en la estimación de la grasa subcutánea, intermuscular, grasa interior, y grasa total (r^2 incrementado entre 0,05 y 0,17, $p < 0,01$). La inclusión de una o más mediciones de ultrasonido, además de BW, aumentó la capacidad predictiva de las ecuaciones. Ambas sondas fueron útiles para estimar la profundidad del músculo de la canal y el área y espesor de grasa, pero mostró la sonda de 7,5 MHz. una mayor capacidad para estimar la profundidad. Para todos los rasgos, el procedimiento paso a paso demostró que el mejor ajuste fue obtenido con el PC, y una o más mediciones por ultrasonido con la sonda de 7,5 MHz.

Sanabria *et al.*, (2010), estudiaron el efecto de la castración en ovinos criollos, y encontraron que las medidas ultrasonográficas presentan buena correlación entre los tejidos que conforman la composición tisular de las piezas y la canal, mostrando que a través de estas se puede estimar la composición morfológica, salvo en las piezas del badal y cuellos en donde estas correlaciones fueron bajas. Asimismo, para la composición de la canal las medidas del área y profundidad del bife y espesor graso se encuentran muy bien correlacionadas con el tejido muscular, adiposo y óseo. Por tanto, las mediciones ultrasonográficas son una buena herramienta para estimar la los rendimientos y la composición tisular de las canales ovinas procedentes de las ecorregiones en estudio y la técnica de castración (macho entero o castrado) de seis meses de edad.

CONCLUSIONES

En el mercado existe una gran gama de equipos para medir ultrasonido; algunos están provistos de accesorios electrónicos que permiten congelar la imagen, dividir la pantalla para ver figuras simultáneas y hacer diferentes mediciones. También existen equipos que tienen la posibilidad de analizar automáticamente las imágenes para medir el espesor, determinar la superficie muscular e incluso para almacenar los datos en archivos transferibles a computadoras.

Los ultrasonidos constituyen un buen método para predecir la composición de la canal y pueden ser de gran utilidad para evaluar el estado corporal de los ovinos y caprinos, predecir su composición, evaluar sus canales y ser utilizados en líneas de mataderos para la clasificación de las canales de acuerdo con su composición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andersen BB. Review and up-dating from previous meeting in Copenhagen. Seminar on In vivo measurement of body composition in meat animals. (1984). Ed. D. Lister. Elsevier Applied Science Publishers, 3-7.
- Aquilavet (2010). <http://www.esaote.es/modules/core/page.asp?p=AQUILAVET>. (citado 20 febrero de 2010).
- Berg RT, Andersen BB, and Liboriussen T. Growth of bovine tissues. I. Genetic influences on growth patterns of muscle, fat and bone in young bulls. (1978) *Anim. Prod.* 26: 245-258.
- Bianchi G, Garibotto G, Betancour O, Feed O, Franco J, Peculino A, SAÑUDO C. Características productivas y calidad de la canal y de la carne de corderos pesados Corriedale y Hampshire Down x Corriedale. (2005). *Revista Argentina de Producción Animal.* 25:75-91.
- Bianchi G, Garibotto G. y Peculio A. El pastoreo de soja como una alternativa para la terminación de corderos en verano. (2004). *Revista de la EEMAC. Cangüé* 26: 23-27.
- Bidinost F, Gibbons AE, Cueto M. Ecografía para el diagnóstico de preñez en ovinos y caprinos. INTA EEA Bariloche Macroregión Patagonia Norte. [En línea] 1999 <<http://www.inta.gov.ar/bariloche/info/documentos/animal/reproduc/Ct-354.pdf>> [citado el 5 de marzo de 2010].
- Boccard R, Dumont BL. Étude de l'accroissement relatif de la musculature en fonction de la vitesse de croissance corporelle chez l'agneau (Ovisaries). C. R. (1970). *Séances Soc. Biol.* 164: 1251-1253.
- Cadavez V, Teixeira A, Delfa R. Utilización de ultrasonidos junto con el peso vivo y el peso de la canal caliente para la estimación del peso de las piezas de carnicería en corderos de la raza Churra Galega Bragançana: Comparación de sondas de 5 y 7,5 MHz. Producción Ovina y Caprina. (1999) SEOC. Núm XXIV: 425-432.
- Cadavez V, Teixeira A, Delfa R. Utilización de ultrasonidos y el peso de la canal caliente para la predicción de la composición de la canal en corderos. Producción Ovina y Caprina. (1999) SEOC. Núm XXV: en prensa.
- Cruz-Colín L, Torres-Hernández G, Nuñez-Domínguez R, Becerril-Pérez C. Evaluación de características productivas de corderos Hampshire, Dorset y Suffolk en pruebas de comportamiento, en Hidalgo, México. (2006). *Agrociencia* 40: 59-69.
- Delfa R. Clasificación de canales ovinas en la C.E.E. El quinto cuarto., 114, Dirección General de Producción Agraria. Zaragoza. (1992).
- Delfa R, Teixeira A, Cadavez V, González C, Sierra I. Utilización de medidas de ultrasonidos en cabras vivas adultas. En: Pequeños Rumiante (En línea). Vol.1 N° 1 - Septiembre 2000 <<http://www.seoc.eu/docs/pr/rV1n1sep00.pdf>> [citado el 15 de febrero de 2010].
- Delfa R, Teixeira A, Blasco I, Colomer-Rocher F. Ultrasonic estimates of fat thickness, C measurement and longissimusdorsi depth in Raza Aragonesa ewes with same body condition score. Options Méditerranéennes. (1991). Serie A: Séminaires Méditerranéens. Etat corporel des brevis et chevres, 13: 25-30.
- Delfa R, Gonzalez C, Vijil E, Teixeira, A, Tor M, Gosálvez L. Ultrasonic measurements for predicting carcass quality and body fat depots in Ternasco of Aragón-Spain. (1996). 47th Annual Meeting of the EAAP. 272.
- Diestre A. Estudio de los factores biológicos determinantes del desarrollo de las canales de cordero y de sus características comerciales. Tesis Doctoral. Fac. Vet. Universidad Zaragoza. (1985).
- Feijs A. La tecnología del ultrasonido. (2006). http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/ecografia_ultrasonido/12-tecnologia_del_ultrasonido.pdf (citado 20 febrero de 2010).
- Ferrario JD y Fernández MA. Estudio de características de carcasa por ultrasonido: medir para crear. En: Revista Braford. En línea. N° 58. diciembre de 2007 <http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/ecografia_ultrasonido/67-medir.pdf>. [citado el 15 de febrero de 2010].
- Freire CE. La exploración ecográfica. Buenos Aires, Argentina 2004. En Brangus. [En línea] <http://www.produccionbovina.com.ar/informacion_tecnica/ecografia_ultrasonido/49_eco.pdf> [citado el 15 de febrero de 2010].
- Ginther OJ, Knopf L, Kastelic JP. Temporal associations among ovarian events in cattle during estrous cycles with two and three follicular waves. (1989). *J Reprod Fert* 87:223-230.
- Castellaro G. Razas ovinas y su rol en los sistemas de cruzamientos orientados a la producción de carne en la Región de Los Lagos. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. [En línea]. <http://agronomia.uchile.cl/extension/circular_extensio_panimal/CIRCULAR%20DE%20EXTENSION/N_34/Circular%20Extensi%F3n%20n%B0%2034/Razas%20ovinas%20y%20su%20rol%20en%20los%20sistemas%20de%20cruzamiento%20orienta.pdf> [citado el 15 de febrero de 2010].
- Giraldo C. Principios básicos de ultrasonografía veterinaria. Universidad de Córdoba. Córdoba, Colombia 2003. En: Revista MVZ Córdoba. [En línea]. Vol. 8 N° 002 <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/693/69380201.pdf>> [citado el 15 de febrero de 2010] ISSN 1909-0544.

- Goddard PJ. Principios Generales. Ecografía Veterinaria. Ed. Acribia. (2000).
- Jones H, Lewis R, Young M and Simm S. Genetic parameters for carcass composition and muscularity in sheep measured by X-ray computer tomography, ultrasound and dissection Livestock. (2006). *Production Science* 90: 167-179.
- Kahn W. Sonographic imaging of the bovine fetus. (1990). *Theriogenology*. 3: 385-396.
- Kassam A. *et al.* Clinical and endocrine responses to embryonic and fetal death induced by manual rupture of the amniotic vesicle during early pregnancy in cows. (1987). *JAVMA*. 191:417-420.
- Kempster AJ, Cuthbertson AA. Survey of the carcass characteristics of the main types of British lamb. (1977). *Anim. Prod.* 25: 165-179.
- Kempster AJ, Cuthbertson A, Owen MG, Alliston JC. A comparison of four ultrasonic machines (Sonatest, Scanogram, Ilis Observer and Danscanner) for predicting the body composition of live pigs. (1979). *Anim. Prod.* 29: 175-181.
- Leymaster KA, Jenkins TG. Comparison of Texel- and Suffolk-sired crossbred lambs for survival, growth, and compositional traits. (1993). *J. Anim. Sci.* 71:859-869.
- Palmer E. Driancourt MA. Use of ultrasonic echography in equine gynecology. (1980). *Theriogenology*. 13: 203-216.
- Partida J. Uso de la ecografía para determinar la composición corporal de los ovinos. (2010). (en línea) <http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/sistema/pdf/cienciasdelacarne/usodelaecografia.pdf> (citado el 20 de febrero de 2010).
- Parraguez V. 2007. Mendoza, Argentina. Vº Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias; Centro Internacional de Estudios Andinos (INCAS), Universidad de Chile. vparragu@uchile.cl. [En línea]: <http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/ecografia_ultrasonido/15-parraguez.pdf> [citado el 15 de febrero de 2010].
- Perkins T. Uso del ultrasonido en la clasificación de la canal y evaluación reproductiva. Primer congreso nacional de la raza cebú. (2000). *Revista El Cebú*. 23-28.
- Ripoll G, JOY M, Alvarez-Rodríguez J, Sanz, A y Teixeira A. Estimation of light carcass composition by in vivo real-time ultrasonography at four anatomical locations. (2009). *J. Anim. Sci.* 87: 1455-1463.
- Sanabria D, Duran D Y Trujillo Y. Estimación de la calidad de la canal ovina a partir de medidas ultrasonográficas. Trabajo de grado. Universidad de Pamplona. (2010).
- Silva SR, Gomez MJ, Diasdesilva A, Gil LF. y Azevedo JMT. Estimation in vivo of the body and carcass chemical composition of growing lamb by real-time ultrasonography. (2005). *Anim. Sci.* 83-350.
- Silva S, Azevedo J, Monteiro A. Estimativa da composição da carcaça de borregos a partir de medidas por ultrasono nivel da 13ª vértebra dorsal e entre as 3ª e 4ª vértebras lombares. (1994). *Revista Portuguesa de Zootecnia*. 1: 77-82.
- Simm G. The use of ultrasound to predict the carcass composition of live cattle - a review. (1983). *Animal Breeding Abstracts*. 51: 853-875.
- Simm G. Genetic Improvement of Cattle and Sheep. Farming Press. (1998). United Kingdom. 433.
- Simm G, Lewis R, Collins JE, and Nieuwhof GJ. Use of sire referencing schemes to select for improved carcass composition in sheep. (2001). *J. Anim. Sci.* 79 (E. Suppl.). 255-259.
- Stanford K, Jones S, and Price M. Methods of predicting lamb carcass composition: A review. (1998). *Small Ruminant Research*. 29: 241-254.
- Taverne M, Willemse AH. Diagnostic Ultrasound and Animal Reproduction, Ed. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1989.
- Teixeira A, Delfa R. The use of ultrasonic measurements assessed with two probes in live lambs for prediction the carcass composition. (1997). 48th Annual Meeting of the EAAP. 295.
- Teixeira A, Delfa R, and Treacher T. Carcass composition and body fat depots of GalegoBragançano and crossbred lambs by Suffolk and Merino Precoce sire breeds. (1996). *Anim. Sci.* 63: 389-394.
- Timon VM. and Bichard M. Quantitative estimates of lamb carcass composition. I. Sample joints. (1965). *Anim. Prod.* 7: 173-181.
- Vargas F; Pérez M y De Lucas J. Evaluación preliminar de la profundidad y del área del Longissimusdorsi mediante uso de ultrasonografía y del rendimiento de la canal en ovinos de pelo. En: APPA-ALPA- Cusco, Perú, 2007. [En línea]. <http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/ecografia_ultrasonido/60-Vargas-canalovinos.pdf> [citado el 15 de febrero de 2010].