

ENTENDIENDO EL ULTRASONIDO

Dr. Jerry Gresham – Univ. Tennessee

Para algunos, el ultrasonido pueden parecer simplemente una nueva ciencia introducida en el campo de evaluación del animal in vivo con todas las trampas y limitaciones de una nueva tecnología. Sin embargo, los primeros registros hablan del desarrollo del cristal piezo-eléctrico en el año 1880. Desde un punto de vista práctico el ultrasonido comenzó a utilizarse en la forma de SONAR (Navegación) en aplicaciones militares en la década de 1940.

A principios de la década de 1950, los investigadores comenzaron a utilizar el modo-A (Salvaje, 1950; modulación de amplitud) para obtener imágenes ultrasónicas de los tejidos biológicos. La tecnología continuó progresando y en la actualidad el modo-B (modulación de brillo) es una tecnología ampliamente utilizada para obtener imágenes de los tejidos. Mientras el modo-A es uni-dimensional y se limita a medir profundidad de tejido, el modo-B permite la caracterización de tejido con densidades diferentes.

El ultrasonido es realmente una onda de sonido de alta frecuencia. Mientras las ondas de sonido audibles son del orden 20-20,000 hertzio (Hz) (ciclos por segundo), las ondas del ultrasonido están en el rango de 1-10 megahertzio (MHz) (Goddard, 1995). Una imagen de ultrasonido se genera cuando una corriente eléctrica se aplica al cristal electrónico localizado en el transductor y las ondas generadas se dirigen entonces en el tejido. La onda de sonido viaja a través del tejido biológico hasta que impacta en un tejido de una densidad diferente y un eco es devuelto al transductor. Este eco se convierte posteriormente en un signo eléctrico y es interpretado por el equipo como variaciones en brillo desplegadas en un tubo de rayos catódicos en un sistema del modo-B como un punto. El brillo del punto depende de la amplitud, o intensidad del eco. El tiempo que toma el eco para reflejarse nuevamente al transductor determina la situación o posición del punto o pixel en la pantalla. Las unidades del modo-B utilizan números de la escala de grises que van de 1 a 64, y la imagen final es generada por diferencias en sombras de gris generadas del campo del tejido. Los tejidos densos dan un eco luminoso, pixel blanco, mientras que los tejidos de menor densidad se ven como pixel gris.

Los tejidos animales tienen diferentes densidades, caracterizadas por la diferencia de velocidad en la propagación de las ondas a través de los tejidos. Por consiguiente estas diferencias permiten el uso de ultrasonidos para caracterizar estos tejidos para diferentes propósitos. Las velocidades de la onda en los diferentes tejidos animales (Powis, 1996) son:

TEJIDO	VELOCIDAD (m/s)
Sangre	1,549-1565
Grasa	1,476
Tejido conjuntivo	1,545
Músculo esquelético	
Longitudinal	1,592
Transversal	1,545
Huesos	3,406-4,030
Calibración del Escáner	1,540

La distancia puede calcularse como:

$$\text{Distancia} = \frac{\text{Tiempo} \times \text{velocidad}}{2}$$

El ultrasonido de tiempo real es una versión especializada de ultrasonido del modo-B y tiene la particularidad de producir las imágenes que crean casi instantáneamente, como "viva", de los objetos en movimiento. Usando un transductor lineal con múltiples cristales que emiten una banda continua de pulsos de ultrasonido, un cuadro del área examinada puede ser grabado y puede interpretarse.

ENTENDIENDO LA TERMINOLOGÍA

Los operadores competentes deben tener una comprensión básica de la terminología asociada con ultrasonido y el animal a examinar. Los términos siguientes normalmente se usan en la industria:

AAACUP- El centro de procesamiento de datos de ultrasonido de la Asociación de Angus Americana. Es una organización que procesa en un centro las imágenes enviadas por los operadores certificados.

AUP- la Asociación de Practicantes de Ultrasonido. Es una organización que certifica, la competencia de los operadores basándose en normas pre-establecidas.

Absorción - Pérdida de energía (principalmente debido a las fuerzas de fricción molecular y la producción de calor). Como aumentos de frecuencia, aumentos de absorción.

Acoplamiento acústico - Como el ultrasonido se transmite pobremente a través de aire es necesario excluir el aire y unir el transductor a la superficie del sujeto con una gel de acoplamiento conveniente.

Perfeccionamiento acústico – El tejido distal a una estructura no ecogénica puede exhibir una ecogenicidad aumentada.

Interface acústica - La unión de dos tejidos con impedancia acústica diferente. Esto lleva a reflejar de una proporción del haz incidente y la posible difracción de gran parte del resto del haz. Cuanto mayor es la diferencia en impedancia acústica, más fuerte es la reflexión.

Modo-A - La modulación de Amplitud. Un elemento uni-dimensional exhibe con tiempo (distancia) sobre el eje horizontal. La fuerza relativa del eco es registrado como amplitud en el eje vertical.

Amplitud - La altura de la forma de la onda del ultrasonido.

No ecogénico (sonolucen) - Un tejido que falla en el reflejo del haz de ultrasonido y no produce ecos (e.g. un fluido-lleno viscoso).

Anterior - Hacia la cabeza, también puede usarse craneal.

Serie - La distribución de los cristales a lo largo de la longitud de la cabeza.

Artefacto - Una representación en pantalla de una estructura que no existe o que se localiza incorrectamente.

Atenuación - La disminución en poder de la banda de ultrasonido, causado principalmente por absorción, dispersión y reflexión.

AutoQuip- El método de estimar la grasa intramuscular (marmolado) en ganado de carne sin necesidad de posterior procesado por computadora.

Resolución axial - Medida de la habilidad del sistema de diferenciar dos estructuras que quedan estrechamente juntas a lo largo del camino de la banda de ultrasonido.

Modo-B - Modulación de Brillo. Un escáner modo-A cuya amplitud es traducida en una escala de brillo. La localización del objeto en la pantalla esta relacionada a la posición y la profundidad.

Federación de Mejora del Ganado de Carne - Establecida en 1968 para regular los programas y la metodología; y para crear mayores conocimientos, aceptación y uso de los conceptos de eficiencia de producción en el ganado de carne. Esta organización estableció originalmente las normas de competencia para la evaluación y la certificación de ganado de carne.

Sesgo – Desviación promedio de las estimaciones de un operador sobre las medidas reales de la res. El sesgo se usa para estandarizar las mediciones entre diferentes técnicos.

CPEC-la Compañía de Aumento de la eficiencia del Ganado de Carne. Tecnología utilizada U.S.A para separar el ganado de feedlot en grupos con terminación uniforme.

Calibres - Un sistema que poseen la mayoría de los ecógrafos para medir la distancia y el área de estructuras observadas en la pantalla.

Caudal - Hacia la cola, también puede usar posterior.

Certificación - Un programa de comprobación de la competencia del operador generalmente ofrecido por lo menos dos veces por año. Un programa de la certificación para evaluadores de ganado de carne evalúa la capacidad del operador de evaluar el animal comparada con las normas establecidas por AAACUP, AUP o otras organizaciones. La mayoría de las asociaciones reciben sólo datos o imágenes de los operadores certificados.

Craneal - Hacia la cabeza, o anterior.

Reflexión difusa - Un eco de un objeto(s) con un tamaño de menos de una longitud de onda.

Distal - Lejos del cuerpo en un miembro del animal.

Ultrasonido Doppler - Cuando una haz de ultrasonido se encuentra con un objeto en movimiento, el ultrasonido reflejado posee la frecuencia aumentada o disminuida dependiendo si el sentido del movimiento se acerca o se aleja del transductor. El Doppler continuo o de pulso puede usarse y algunos sistemas pueden desplegar información compuesta.

Dorsal - Hacia la parte superior o atrás del animal en pie.

Ecogénica - Una estructura que causa una marcada reflexión de la banda de ultrasonido. Un cambio en ecogenicidad en una estructura homogénea puede indicar un cambio patológico.

Grasa extraíble con éter- la determinación química de la grasa para estimar la grasa intramuscular o marmolado en carne.

Área focal - región del campo examinado donde la resolución es más grande. El enfoque puede ser logrado por medios electrónicos o físicos.

Tasa de frecuencia - La frecuencia con la que se actualizan las imágenes en la pantalla. Alterando la frecuencia de ajuste se puede mejorar la calidad de la imagen en algunas aplicaciones.

Frecuencia - el número de ondas de ultrasonido emitido por segundo. Un (1) ciclo por segundo = 1 hertzio (Hz).

Ganancia - El nivel de amplificación de una señal devuelta. En algunos instrumentos se manejan en forma separada con las diferentes profundidades del campo. La selección incorrecta de los comandos de ganancia harán perder detalles de las estructuras.

Escala de grises - El rango de intensidades desplegado en el tubo de rayos de catódicos.

Hiperecogénico – Objeto que muestra aumentada la ecogenicidad.

Hipoecogénico – Objeto que muestra disminuida la ecogenicidad.

Grasa Intramuscular - Grasa que se deposita dentro de los músculos y aparece como delicadas líneas onduladas en la carne, también conocida como marmolado.

Lateral - Hacia los lados del animal en pie.

Resolución lateral - La medida de la capacidad del sistema de diferenciar dos estructuras separadas a la misma distancia del transductor.

Serie lineal - La distribución de cristales a lo largo de la longitud de un escáner.

Longitudinal - El funcionamiento a lo largo o paralelo al plano de la línea media del animal.

Modo-M - Modo de Movimiento. Esencialmente una actualización del modo-B unidimensional con el agregado del tiempo en el segundo eje para permitir el estudio de estructuras móviles. Usado principalmente en cardiología.

ManQUIP Técnica de mediciones múltiples de la grasa intramuscular en el ganado de carne utilizando un programa computacional con el índice QUIP

Marmolado - El término común utilizado para definir el grado de grasa intramuscular.

Medio - hacia la línea media, plano que separa el lado derecho e izquierdo del cuerpo.

Cristales piezoeléctricos- Cristales de materiales como zirconato de titanio, capaz de convertir energía eléctrica aplicada a la deformación mecánica y vice-versa.

Posterior - Hacia la cola, también puede usar caudal.

Potencia - La energía del haz de ultrasonido. Generalmente se expresa en vatios (o como intensidad en vatios cm^{-2}). Debería emplearse la potencia mínima con la cual se obtenga una imagen de buena calidad.

Sonda - La serie del transductor y su albergue.

Proximal - Hacia el cuerpo en un miembro del animal.

QUIP (Quality Ultrasound Index Program) –Programa propietario de Pie Medical para el cálculo del Índice de Calidad por Ultrasonografía (PICU). Dicho índice caracteriza en el ganado de carne el área de ojo de bife del lomo como método de ayuda para estimar el contenido de grasa intramuscular (marmolado).

Tiempo-real - Imágenes generadas por el ultrasonido reflejado luego de la activación secuencial de las piezas del transductor que son visualizadas en la pantalla a velocidad suficiente para dar la apariencia de una imagen viva.

Eco de reverberancia - Un artefacto creado por la retransmisión de la señal del ultrasonido fuertemente reflejada. La exposición puede mostrar varias imágenes de una sola estructura que aparece a distancias crecientes del transductor.

Convertor del escáner - Un componente del sistema del proceso que convierte el rendimiento eléctrico del transductor a una imagen en el tubo de rayos catódicos mediante el agregando de series secuenciales en la pantalla. El convertor del escáner permite el análisis subsecuente de la exposición de la pantalla (post-procesando) y el uso de accesorios de TELEVISIÓN comunes.

Dispersar- Cuando el ultrasonido emitido encuentra un objeto pequeño en su camino y la energía del haz se extiende en todas las direcciones.

Escáner Sectorial- Escáner que produce en la pantalla una imagen de forma de porción de tarta. La señal inicial es producida por un solo cristal vibrando o un número pequeño de cristales rotativos (aunque un aparato electrónico fase lineal puede producir una imagen del sector). La cabeza del escáner solo necesita una área del contacto limitada (huella pequeña).

Sombreado - Causado por la atenuación severa del haz de ultrasonido de modo tal que este no penetra profundamente.

Reflexión especular - Un eco fuerte creado por una interface del tejido muy reflexiva que representa una área significativamente más grande que una longitud de onda.

Error estándar de la predicción (EEP) - el error estándar de las diferencias entre el valor de ultrasonido del tiempo-real y las medidas de la carcasa para un operador dado. El EEP mide la capacidad del técnico para predecir correctamente diferencias entre los animales.

Compensación del tiempo de ganancia (TGC) – Debido a que el haz de ultrasonido se atenúa cada vez más cuando viaja más profundamente en el tejido, mediante la aplicación de la compensación de tiempo de ganancia los tejidos de reflectividad similar se representa con brillo similar, sin tener en cuenta la distancia a la que se encuentran del transductor.

Transductor - El cristal piezoeléctrico o elemento que convierten la energía eléctrica en energía mecánica.

Ultrasonido - Sonido de una frecuencia superior al percibido por el oído humano. El ultrasonido de diagnóstico queda en la región de 1-10 MHz.

Velocidad - La velocidad de viaje de la onda de ultrasonido. La velocidad es dependiente de cada tejido. En el tejido la densidad es normalmente dependiente y varia de 1500 a 1600 m/s⁻¹. Un promedio de 1540 m/s⁻¹ es la velocidad que se normalmente se adopta.

Ventral - Hacia la parte más baja o barriga del animal en pie.

ENTENDIENDO EL EQUIPO

Si bien pueden encontrarse varias marcas o modelos de equipos en el mercado, todos poseen los mismos componentes básicos.

Escáner

La función básica del escáner es procesar la imagen adquirida por el transductor y transportar esta imagen a la pantalla. Las unidades usadas para el trabajo con animales in vivo son portátiles y pueden usarse para reproducción y para evaluación de la composición de la carcasa. El Escáner Pie Medical 200 de SLC puede usarse para una multitud de propósitos dependiendo de la selección de transductor. La unidad está provista con un teclado para realizar las anotaciones (medir, congelar y guardar imágenes), y es de fácil manejo en los diferentes menús disponibles. Pueden transferirse datos e imágenes a una computadora para su posterior almacenamiento y recuperación vía Transferencia Óptica de Datos (ODT, software de Pie Medical), o mediante una función propietaria de traslado de imágenes que posee el aparato (v2.7 software).

Transductor

El transductor (sonda) es el "el ojo" del escáner. En el corazón del transductor, los cristales que generan pulsos del ultrasonido, envían los haces generados en el tejido y reciben los ecos a ser procesados por el escáner. El transductor recomendado para la mayoría de las aplicaciones a realizar en animales de interés zootécnico es la Sonda de Producción Animal (ASP-18). Esta sonda contiene un total de 128 cristales colocados en una serie lineal. La sonda es de 18 centímetros de longitud y permite examinar todos los animales (bovinos de carne, ovinos y porcinos).

Almohadilla de alejamiento

La almohadilla de alejamiento (guía de la onda) se usa para adaptar la superficie plana del transductor lineal a las curvas de la parte posterior del animal y poder obtener imágenes de calidad. La almohadilla de alejamiento es esencial para medir el área de ojo de bife en una sección transversal; pero no se requiere la almohadilla para realizar la evaluación longitudinal de la grasa de la costilla, la grasa del anca, la profundidad del músculo o la estimación de la grasa intramuscular.

EXAMEN DE ANIMALES DE PRODUCCIÓN

Durante los últimos 35 años, una cantidad considerable de esfuerzo de la investigación se ha dirigido a desarrollar técnicas no-invasivas y no-destructivas por evaluar la composición y calidad de animales de carne vivos y sus carcasas. El ultrasonido de tiempo-real (UTR) ha surgido como un método eficaz y confiable de estimar la composición y calidad de la carne en animales vivos (Houghton y Turlington, 1994). Varios investigadores han trabajado para desarrollar y utilizar la tecnología UTR ya sea en la predicción de la grasa de la carcasa y el área del ojo de lomo (Stouffer, 1961) o para estimar la grasa intramuscular (Wilson et al., 1995). La mayoría de estas tecnologías han utilizado un sistema de interpretación de imágenes fuera de las computadoras para interpretar la composición (Hamlin et al., 1995a; el

Hamlin et al., 1995b) y calidad del músculo (Whittaker et al., 1992; Brethour, 1994; el Wilson et al., 1995). Sin embargo, los recientes adelantos en la tecnología de UTR han hecho a esta tecnología más fácil de utilizar y que este disponible para el veterinario y el productor.

Durante los últimos cinco años, Pie Medical se ha vuelto el líder mundial en la tecnología del ultrasonido para evaluación de animales de interés zootécnico. Esto se debe principalmente a la introducción del Escáner Pie Medical 200 SLC (Figura 1) y la sonda lineal de 18 cm, a 3.5 (Modelo ASP-18).

Mientras el escáner 200 tiene una multiplicidad de usos en los campos de las Ciencias Veterinarias y Producción Animal, la sonda ASP-18 (Fig. 2) es la única para examinar animales de consumo. Pie Medical aumentó el liderazgo en el tema debido a la introducción del sistema en-línea para evaluación de calidad de músculo conocida como Programa Calculo del Índice de Calidad por Ultrasonografía (PICU). Este programa ofrece la oportunidad de la estimación en la manga de la grasa intramuscular (GIM) así como el espesor de grasa dorsal, la grasa de la anca y área del ojo de bife usado actualmente en la mayoría de los países para evaluar composición del animal in vivo. Estas estimaciones pueden hacerse en la manga sin necesidad de reanalizar los datos en otra computadora. Además del escáner los únicos otros accesorios requeridos son la almohadilla del contacto (Fig 2) necesario para el uso en las determinaciones del área de ojo de lomo y el fantoma de calibración (Fig 3) para el regulación de la equipo en la valoración de calidad de músculo con el sistema PICU.

Los productores e investigadores involucrados con la industria de los animales de producción están a favor de las aplicaciones de UTR en los animales de consumo. Sin embargo, la mayoría de los veterinarios normalmente ha pensado en la UTR sólo en términos de diagnóstico de lesiones y en las aplicaciones en fisiología reproductiva. Algunos de los usos adicionales de la UTR en la industria de carne incluyen:

Fisiología reproductiva

1. Detección de preñez

2. Sexado de fetos

Hay varios usos de UTR en fisiología reproductiva (Beal et al., 1992). Un uso específico es monitorear la actividad ovárica para aumentar el número de vacas y vaquillonas cíclicas para ayudar a incrementar los índices de concepción. Esto podría incluir la evaluación antes del inicio de la temporada reproductiva o casi al finalizar la temporada de inseminaciones artificiales (IA). Esto puede ser seguido luego por el diagnóstico precoz de gestación a los 48 días (Boyd et al., 1988). El sexado fetal también es posible realizarlo a partir del día 48 de gestación (Muller y Wittkowski, 1986; Wideman et al., 1989). Esto es de importancia particular para el productor de animales de pedigree en donde los terneros generalmente tienen un mayor valor económico mayor que las terneras.

Composición y Calidad de la carcasa

1. Determinación del espesor de gras (grasa subcutánea).
2. Determinación de la grasa del anca
3. Área del ojo de bife
4. Calidad del músculo por estimación de la grasa intramuscular

La composición y calidad de la carne de la carcasa es la tendencia que existe actualmente en los sistemas de comercialización con alto valor agregado. El operador de feedlot y el matarife son los dos interesados en la capacidad de producir carcasas de composición y calidad continua y homogénea. El UTR ofrece la posibilidad de evaluar la grasa subcutánea que es uno de los principales contribuyentes a la variación en composición de la res de animales de pesos similares (Faulkner, et al., 1989). El sitio de medición de la grasa australiana P8 también puede usarse para estimar composición en el animal in vivo, sobre todo para el ganado magro (Despierte et al., 1995). El área de ojo de bife (AOB) es de importancia particular para criadores de ganado que seleccionan por masa muscular los animales del plantel (Wilson et al., 1995) como así también para estimar la composición en animales para la venta. La grasa intramuscular se correlaciona favorablemente con la calidad de la res en la comercialización (Savell et al., 1986).

Evaluación de la eficiencia

1. Clasificar el ganado en grupos de la producción uniformes
2. Estimar la calidad potencial del ganado joven
3. Estimar los días de alimentación requeridos para llegar a un punto de calidad final

Los operadores de Feedlot están buscando maneras de aumentar continuamente la eficiencia en la producción de carne. El UTR puede ser utilizada para clasificar el ganado en grupos uniformes basados en la grasa subcutánea y masa muscular, para obtener ganado terminado a un peso uniforme con composición consistente (Houghton, 1988). Houghton et al. (1990) ha reportado que la medición ultrasónica de la grasa subcutánea para el ganado tiene una correlación más alta con la calidad de la carcasa que las estimaciones visuales.

Si bien este trabajo se dedica mayormente a las aplicaciones de la ultrasonografía en la industria del ganado de carne, los ecografistas también deben comprender que el mismo tipo de análisis de la imagen puede realizarse en otras especies de animales de consumo, sobre todo en el cerdo (ver guía del Cerdo) y en la oveja si se realizan ajustes menores.

EXAMEN DEL GANADO DE CARNE IN VIVO

Preparación del animal y del sitio a ser examinando

Una gran ventaja en el uso del UTR es que es no-invasiva y deja al animal relativamente libre de tensión. El examen normalmente no requiere equipamiento de manejo especial para el animal u otra cosa que los artículos encontrados normalmente en granjas, ranchos y en clínicas. Para reducir la tensión animal y reducir oportunidad de lesión del animal y del operador, el mejor escenario para realizar el examen es sujetar al animal por compresión (Fig. 4).

Los animales deben moverse en el brete lo menos posible a fin de reducir el stress. La cabeza debe sujetarse con el cepo y debe verificarse que hay espacio suficiente para que el animal no resulte ahogado o sufra cualquier otro tipo de lesión. Cuando el operador ha inmovilizado al animal a examinar, antes de iniciar el examen propiamente dicho, el operador debe asegurarse que puede realizar todas las evaluaciones previstas de manera segura (espesor de grasa subcutánea, grasa de la anca, área de ojo de bife y caracterización de calidad de músculo). Los dos sitios que normalmente se utilizan en el examen del ganado de carne son la región de la 12 y 13 costilla y el anca o sitio P8 australiano. La preparación del sitio es similar para todos los exámenes a realizar. Para obtener un buen contacto acústico, algunos operadores prefieren cortar el pelo del sitio antes de realizar el examen. Si bien ésta podría ser la situación ideal, esto no siempre es práctico (i.e., restricciones en el tiempo para realizar los exámenes, ganado de exposición, ganado de feedlot). Si el sitio examinando no es pelado, el operador puede mejorar calidad de la imagen mediante la eliminación del pelo suelto y la suciedad con el uso de un cepillo, un peine de metal o una rasqueta (Fig. 5).

Los técnicos/operadores de UTR son conscientes de la necesidad del buen contacto acústico entre la sonda y la superficie de la piel del animal debido a que las ondas de sonido no viajan a través de aire. En las aplicaciones de UTR en seres humanos se usa un gel para obtener un buen contacto acústico. Sin embargo, el uso de gel para el ganado puede ser caro e impráctico debido a que es difícil colocar el gel sobre el pelo del animal sin que queden burbujas de aire. Por consiguiente, el animal examinando requiere el uso de aceite común para este propósito (Fig 6). Este elemento es fácil de conseguir, es barato y no produce daño al animal, al operador o a la sonda. (El ACEITE MINERAL NUNCA DEBE USARSE PORQUE DAÑA LA SUPERFICIE DE LA SONDA Y LOS CABLES). Debido a que la mayoría de los exámenes se hacen a campo bajo las condiciones medioambientales no siempre ideales, la temperatura del aceite puede tener influencia en calidad de la imagen obtenida. Se obtienen mejores resultados cuando la temperatura del aceite está alrededor de los 27 °C. Esto permite al aceite fluir libremente y por lo tanto permite una mejor penetración en la capa de pelo. Algunos operadores utilizan un calentador portátil para mantener el aceite de examinado a la temperatura sugerida (Fig. 7).

Queda claro luego de observar la superficie de apoyo plana que posee la sonda ASP-18 de tipo lineal que es necesario algún tipo de adaptación para realizar el examen transversal del área de ojo de bife. Por consiguiente, un contacto acústico (almohadilla, Fig 2) está disponible como un accesorio al sistema Pie Medical 200. Hay disponibles almohadillas de contacto para examinar ganado bovino y porcino. La almohadilla se une fácilmente a la sonda con una cantidad pequeña de gel (AQUASONIC 100) que asegura el contacto acústico completo entre la sonda y la almohadilla. La cantidad de gel usada puede depender de las condiciones del animal y la preferencia del operador. Sin embargo, la temperatura de almohadilla del contacto y de gel puede jugar un papel importante en calidad de la imagen, sobre todo en climas más fríos. Se obtienen mejores resultados cuando también se mantiene la temperatura de la almohadilla de contacto y el gel acústico cerca de la temperatura de aceite. La almohadilla debe limpiarse con jabón y debe humedecerse después de su uso y debe guardarse en un recipiente para prevenir que se dañe. Las almohadillas pueden durar indefinidamente si se cuidan y se guardan como lo recomienda el fabricante.

Selección de sitios a examinar

Un sitio común utilizado para escanear es la 12 y 13 costilla para determinar el área de ojo de bife (AOB) y el espesor de la grasa subcutánea (EGS). Un simple recordatorio de la anatomía del animal asegurará la selección del sitio apropiado para examinar. El método más fácil de selección del sitio para el operador será palpar la separación de la 12 y 13 costilla (Fig. 8).

El operador puede seguir verticalmente la separación de las costillas y puede localizar el sitio correcto de examen. Este sitio puede prepararse como se describió previamente. La sonda (equipada con almohadilla de contacto) se coloca a lo largo de un plano que será paralelo al área entre la 12 y 13 costilla (Fig 9). En la Figura 10 se ilustra una imagen obtenida luego de realizar la tecnica en forma correcta.

Para obtener mejores resultados, se recomienda en el ganado de carne usar una profundidad de examen de 6 o 15 cm. (5 Fps). Usualmente en los animales de mayor tamaño se puede requerir una mayor profundidad examen. Los puntos focales para la máxima calidad de imagen y brillo pueden ajustarse según la preferencia del operador. Existen ciertos puntos de referencia que además de ser rápidamente visibles identificarán una imagen de alta calidad (Fig 10). Los operadores deberán ver tres líneas curvas paralelas características. La línea externa será la línea de la superficie exterior de la piel del animal. La línea media será la interface de la piel y la superficie de la capa de grasa. La línea más profunda de las tres será la reflexión de la interface de la superficie de la parte inferior de la capa de grasa y la parte superior del músculo longissimus dorsi (ojo de bife). El músculo del ojo de bife debe ser muy visible y debe incluir sus superficies lateral y medial con los intercostales visibles. Cuando se obtiene una imagen de calidad buena, el operador debe oprimir el botón de CONGELAMIENTO (FREEZE) usando el botón remoto en la sonda, el teclado del escáner o el interruptor de pie optativo. Una vez la imagen esta congelada, puede realizarse la interpretación (Gresham, 1995; Gresham, 1996). Para la medición de la capa de grasa el sitio seleccionando es aproximadamente 3/4 de la longitud del músculo del ojo de bife (Fig 10). [Se RECOMIENDA QUE LOS OPERADORES PROGRAMEN GRASA DORSAL, ÁREA DE OJO DE BIFE E ÍNDICE PICU (QUIP) COMO MACRO FUNCION SEGUN DIRECCIONES DESCRIPTAS EN EL MANUL DE INSTRUCCIONES]. La medición del espesor de la capa de grasa se realiza seleccionando la función de PRODUCCIÓN ANIMAL (ANIMAL SCIENCE) del menú y se oprime SELECT (seleccione), SELECT CARNE y SELECT CAPA DE GRASA. Una ventana "Carne" aparecerá en la pantalla del monitor. Mueva la cruz al sitio seleccionado para ser medido y luego oprima SET. Mueva el TRACKING BALL al borde exterior de la capa de grasa y de nuevo oprima SET. El espesor de la capa de grasa medido para el animal redondeado al 0.01 cm aparecerá en una ventana del monitor (Fig. 10). Para medir el área de ojo de bife (AOB) usted puede usar la misma imagen que obtuvo para medir grasa dorsal. Oprima SELECT (SELECCIONAR), mueva el tracking ball para resaltar PRODUCCIÓN ANIMAL y oprimir SELECT (SELECCIONAR). SELECCIONE CARNE y luego el OJO de la COSTILLA. Ponga cursor en cualquier sitio en la superficie del músculo visible, oprima SET y rastree el borde exterior del músculo hacia el

punto de arranque original. El área del músculo en pulgadas al cuadrado, o en centímetros cuadrados, aparecerá en la ventana de los datos (Fig. 10).

Otra indicador de interés es la determinación de grasa de la anca, también conocida como la medida P8 en Australia. El sitio del anca puede ubicarse en forma equidistante entre la tuberosidad coxal y la tuberosidad isquiática del animal (Fig. 11). La preparación del sitio sería igual que la descrita para el examen anterior. Sin embargo, puede que no sea necesario el uso de la almohadilla. Normalmente, se obtiene una imagen como la que se presenta en la Figura 12. Para medir la distancia se utiliza la misma técnica que se describió para el examen del espesor de grasa. El punto anatómico común de referencia está la intersección de la línea del tejido en el fondo del músculo glúteo medio y el borde inferior de la capa de grasa subcutánea. Esta medida es especialmente útil para estimar la grasa en ganado muy joven (menos de un año de edad).

ESTIMACIÓN DE LA GRASA INTRAMUSCULAR

Técnica de AutoQuip

El agregado mas reciente al Escáner Pie Medical 200 es el Programa de Cálculo Automático del Índice de Calidad por Ultrasonido (AutoQuip). Esta función les permite a los operadores estimar la calidad en un músculo determinando la cantidad de grasa intramuscular (extraíble por ether) presente en el músculo del ojo de. Esta información puede luego correlacionarse con los sistemas de calidad usados en varios países que están basados en el volumen de grasa intramuscular (Gresham, 1996). La preparación del animal y el sistema acústico (sonda) que se utilizan para este análisis el el mismo que se describió en el punto anterior. La principal diferencia radica en colocar la sonda en un plano longitudinal para examinar a la 13 costilla y a las vértebras lumbares. La identificación, palpación y preparación del sitio son similares a los ejemplos anteriores, sólo que la sonda se coloca en un plano paralelo la línea media del animal en el punto medio del músculo de ojo de bife y en forma lateral a la columna vertebral (Fig. 13). En la Fig. 14 se ilustra una imagen obtenida durante la medición.

Los operadores pueden identificar la piel, la capa de grasa, el músculo del lomo, la 13 costilla y la 1 primera vértebras lumbar (Fig. 14). La colocación del recuadro de medición inicial debe ser aproximadamente de 1.25 cm por debajo de la capa de grasa. Esta colocación asegurará libertad de ecos generados por separación del tejido graso y la parte superior del músculo de ojo de bife. La ubicación del recuadro de análisis debe ser sobre el área entre la 13 costilla y 1 vértebra lumbar.

Una vez que la sonda se ha colocado en el lugar correcto, el análisis del contenido de grasa intramuscular es obtenido seleccionando la función QUIP ÍNDICE CARNE del menú PRODUCCIÓN ANIMAL-CARNE y apretando SELECCIONAR. La ventana de análisis preprogramada aparecerá y se visualizará el valor de INDICE QUIP CARNE. El operador debe usar el trackball y deslizarlo hacia abajo para extender que la ventana. Se debe extender la ventana hasta que la línea del fondo de la ventana este ubicada aproximadamente 0.6 cm.

por arriba de la costilla y la vértebra lumbar (Fig. 15). El contenido de grasa intramuscular estimado aparecerá expresado como el Índice de QUIP.

AJUSTE MANUAL PARA CALIDAD DE LA IMAGEN

Las aplicaciones del software que actualmente posee el Escáner 200 mantienen una posición pre-determinada de la ventana de análisis para obtener el QUIP. Sin embargo, para el ganado del feedlot más gordo, es necesario realizar un ajuste manual de la ubicación de dicha ventana. La Figura 16 ilustra una imagen donde la ventana de análisis se extiende dentro del área de la separación ecogénica del tejido de la capa de grasa y la parte superior de músculo de ojo de bife. Esta ubicación de la ventana produce una lectura errónea del valor de la grasa intramuscular calculado (valor demasiado alto). Esta imagen calcula un valor de QIB de 4.46%, sin embargo en el laboratorio el valor obtenido con extracción de la grasa con éter fue de 3.44%. La Fig. 17 refleja un ajuste manual de ubicación de 1.30 cm por debajo de la grasa y la separación del músculo. El valor calculado con la reubicación de la ventana es de 3.58%.

Técnica de múltiples mediciones

Una segunda técnica de análisis es usada ampliamente, sobre todo en U.S.A. en feedlot y la industria ganadera. Esta técnica es bastante similar a la técnica de AutoQuip con la excepción que se utiliza un programa de computadora (fuera de-línea) para facilitar la transmisión de datos a los archivos para su análisis y resumen. La preparación del animal y selección del sitio para las mediciones múltiples, con la técnica manual (ManQuip) es similar a lo descrito para la técnica de AutoQuip.

Si la sonda es colocada correctamente, el análisis del contenido de grasa intramuscular es obtenido seleccionando la CALIBRACIÓN de ÍNDICE de QUIP (QIC) en la función de PRODUCCIÓN ANIMAL- ANIMAL, y apretando SELECCIONAR. La ventana de análisis es preprogramada y aparecerá en la misma posición como describió para la medida de AutoQuip (Fig. 14).

El operador debe grabar los primeros valores de QIC (Fig. 18) como una lectura QUIP1 (vea explicación más adelante). El operador debe luego deslizar la ventana prefijada abajo de la parte superior de la costilla y vértebra lumbar (Fig. 19) y grabar ese valor de QIC como la lectura QUIP2. El tercer paso es medir la profundidad del músculo longissimus dorsi como un punto medio de la 13 costilla a la parte superior del músculo (Fig. 20). Este valor se graba como la lectura de PROFUNDIDAD. Luego los operadores tendrán tres valores llamados QUIP1, QUIP2 y PROFUNDIDAD. El valor resultante para el porcentaje de grasa intramuscular se imprimirá en la pantalla .

El sistema de QUIP de evaluación de calidad de músculo esta basado en un método propietario de caracterización del tejido que utiliza las características especiales que poseen los 128 cristales en la sonda ASP-18. Para asegurar la exactitud de caracterización del tejido es indispensable que este equipo sólo sea usado según las recomendaciones por el fabricante. En la actualidad el software de QUIP sólo se programa para caracterizar tejido muscular vivo en animales de carne de 24 meses de edad y utilizando los fantomas para la calibración.

PREPARACIÓN DEL ESCÁNER PARA LA ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD

EL ÍNDICE DE CALIDAD DE CARNE y CALIBRACIÓN de ÍNDICE de CALIDAD pueden encontrarse en el menú de PRODUCCIÓN ANIMAL- CARNE. Se obtienen los mejores resultados cuando la profundidad de examen es de 6 cm. y se selecciona una velocidad del marco de 8 cuadros por seg. Cuando esto es guardado como una función macro o GOTO, este proceso se vuelve en una simple operación de tres pasos.

CALIBRACIÓN DEL ESCÁNER

Para calibrar el sistema Pie Medical 200 para la evaluación de calidad el operador deberá:

1. Mantener el escáner fijo a una profundidad de 6 cm y utilizar los puntos focales 1 y 2.
2. La ventana de evaluación del escáner marcará una velocidad del marco de 8 marcos por segundo en este punto.
2. Apague todo las ganancias.
3. Ponga una cantidad pequeña de gel AQUASONIC 100 en la superficie de la sonda ASP-18.
4. Inserte la sonda en el fantoma de calibración (FIG 21). La sonda debe estar derecha y perpendicular a la superficie del material de calibración. No aplique presión adicional a la sonda mientras la esta calibrando ya que la presión puede comprimir el material del fantoma y puede dar una lectura inexacta.
5. Verifique temperatura de fantoma. La temperatura de fantoma debe ser entre 20 y 23 grados Celcius para la calibración. Si fuera de este rango de temperatura, refiérase a las direcciones de ajuste de calibración incluidas con la fantoma (Apéndice).
6. Seleccione el ÍNDICE CALIBRACIÓN QUIP del menú de funciones de PRODUCCIÓN-ANIMAL CARNE. Cuando la ventana de análisis aparece en la pantalla del monitor, ajuste la ganancia de la parte superior (ganancia total) hasta obtener el valor requerido (Fig. 22). Verifique que la ventana debe caer dentro del área identificada por los puntos blancos que marcan las cuatro esquinas del área a ser analizada (Fig 22). Esto asegurará la orientación de la sonda en forma apropiada en el animal vivo. Puesto que la función de QUIP leerá sólo una imagen en el modo congelado, deben hacerse ajustes entre las imágenes congeladas mientras estén en el modo activo.
7. ASEGURE QUE LA GANANCIA PERMANEZCA CONSTANTE MIENTRAS SE ESTA REALIZANDO EL EXAMEN. Se recomiendan chequeos periódicos para asegurar una lectura constante mientras esta trabajando con muchos animales. Sea cauto para verificar temperatura del fantoma antes de hacer cualquier ajuste de ganancia.

RELACIÓN A USDA ENTRE LOS GRADOS DE CALIDAD

Si bien el índice de QUIP se ha calibrado para estimar la grasa intramuscular, la mayoría de los productores esta mas familiarizados con los de grados de calidad del USDA. La figura 23 ilustra los volúmenes medios de grasa intramuscular de la calidad USDA (Savell et al., 1986). El marmolado TRACES (TR) es típico de una tipificación “Normal” del USDA mientras que el grado de marmoleado SLIGHT(SL) corresponde a la tipificación “Select (Seleccionado)” del USDA. Los grados de marmoleado SMALL(SM), MODEST(MST) y MODERATE(MOD) corresponden a las tipificaciones Bajo, Promedio y Alto “Choice (Elección)” del USDA respectivamente. Los niveles superiores de marmoleado, LIGERAMENTE ABUNDANT(SA) y MODERADAMENTE ABUNDANT(MA) corresponden a la tipificación del USDA de “Prime (Primera)” calidad.

ILUSTRACIONES ADICIONALES

Si bien los operadores continúan esforzándose para obtener imágenes de alta calidad, es importante que los operadores también sean capaces de reconocer e interpretar los problemas. La Fig. 24 ilustra la presencia del hueso de una costilla en la imagen que causa un error en el cálculo del área (más pequeña). La Fig. 25 ilustra la presencia una apófisis espinosa que se presenta cuando la sonda se coloca muy “arriba” sobre el lomo. La Fig. 26 presenta la terminología "direccional" normalmente utilizada cuando se describen las imágenes que se examinan.

RESUMEN

El ultrasonografía de tiempo-real es la tecnología más avanzada y más segura disponible para estimar la composición y calidad de ganado de carne in vivo. El Escáner Pie Medical 200 SLC es uno de los modelos más avanzados de ultrasonido portátil para tiene una gran variedad de usos. No es un equipo caro, es exacto y posee una alta repetibilidad para todo los criterios que puede usarse para describir las necesidades de la industria del ganado en cualquier parte del mundo.