

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**VALIDACION DEL ULTRASONIDO (TIEMPO
REAL) Y SU USO EN LA PREDICCIÓN DE LA
COMPOSICION Y CALIDAD DE LA CARCASA
DE NOVILLOS**

por

**Soledad FERREIRA MUÑOZ
Virginia OLIVIERI GOMEZ
Mariana SCHNYDER PRADO**

**TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo.**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
1999**

Tesis aprobada por :

Director : MANUEL DE MATOS
Nombre completo y firma

: ELLY NAVAJAS
Nombre completo y firma

: DIEGO GIMENO
Nombre completo y firma

Fecha : 7/10/1999

Autor : SOLEDAD FERREIRA
Nombre completo y firma

: VIRGINIA OLIVIERI
Nombre completo y firma

: MARINA SCHNYDER
Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

Queríamos agradecer en primera instancia a nuestros familiares y amigos por habernos apoyado durante todo este tiempo, sin ellos hubiera sido imposible haber llegado a esta instancia.

En segundo lugar queremos agradecer al Ing Agr. Daniel de Mattos por habernos brindado no sólo la oportunidad de realizar este trabajo, sino también su apoyo durante el transcurso del mismo.

Asimismo queríamos agradecer en forma muy especial al Sr. Sergio Calistro y al T.R. Juan Méndez, sin cuya invalorable participación no se podría haber llevado adelante esta investigación.

Por último, no nos queremos olvidar de quienes de una manera u otra colaboraron con nosotras: Ing. Agr. Elly Navajas, Ing. Agr. Diego Gimeno, C.N.A. Alvaro Rosso, Dres. Luis Castro y Ricardo Robaina, Alejandra Díaz, Ismar González, Flia. Romaso, Funcionarios del I.N.I.A. Tacuarembó y Funcionarios del Frigorífico Ottonello.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	IV
1 <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	5
2.1 CARACTERISTICAS GENERALES DEL ULTRASONIDO ..5	5
2.1.1 <u>Descripción de la técnica</u>	5
2.1.2 <u>Equipamiento de ultrasonido</u>	6
2.1.2.1 Unidad de ultrasonido.....	6
2.1.2.2 Transductor	7
2.1.2.3 Computadora.....	7
2.1.2.4 Guía acústica y acoplante	7
2.2 CARACTERISTICAS MEDIDAS CON ULTRASONIDO Y FACTORES QUE LAS AFECTAN	8
2.2.1 <u>Area de ojo de bife</u>	8
2.2.1.1 Efecto del sexo en el AOB	10
2.2.1.2 Efecto de la edad y el peso en el AOB.....	10
2.2.1.3. Efecto de la raza en el AOB	11
2.2.2 Espesor de grasa subcutánea en la 12°-13° costilla	12
2.2.2.1 Efecto del sexo en el EGS	14
2.2.2.2 Efecto de la edad y el peso en el EGS.....	14
2.2.2.3 Efecto de la raza en el EGS	15
2.2.3 <u>Marmoreado</u>	15
2.2.3.1 Efecto del sexo en el marmoreado	16
2.2.3.2 Efecto de la raza en el marmoreado	17
2.2.3.3 Efecto de la edad y/o peso en el marmoreado	18
2.2.4 Espesor de grasa subcutánea sobre el cuadril (P8)	19
2.3 EXACTITUD Y PRECISION EN LA ESTIMACION DE LAS CARACTERISTICAS DE LA CARCASA Y FACTORES QUE LAS AFECTAN.	20
2.3.1 <u>AOB</u>	21
2.3.1.1 Exactitud en la determinación del AOB de la carcasa a partir de ultrasonido.....	21

2.3.1.2 Precisión en la determinación del AOB de la carcasa a partir de ultrasonido.....	25
2.3.2 <u>EGS</u>	26
2.3.2.1 Exactitud en la determinación del EGS de la carcasa a partir del ultrasonido.....	26
2.3.2.2 Precisión en la determinación del EGS de la carcasa a partir del ultrasonido.....	31
2.3.3 <u>Marmoreado</u>	32
2.3.3.1 Exactitud en la determinación del marmoreado de carcasa a partir del ultrasonido.....	32
2.3.4 <u>P8</u>	35
2.3.4.1 Exactitud y precisión en la determinación del P8 de carcasa a partir del ultrasonido.....	35
2.4 <u>PREDICCIÓN DE PRODUCTO VENDIBLE</u>	37
2.4.1 <u>Peso vivo</u>	37
2.4.2 <u>Peso de la carcasa y rendimiento en segunda balanza</u>	41
2.4.3 <u>Sistema de Clasificación y Tipificación de Reses</u>	45
2.4.4 <u>Características de la carcasa que son estimadas mediante ultrasonido</u>	47
2.4.4.1 AOB.....	47
2.4.4.2 EGS.....	51
2.4.4.3 Marmoreado.....	53
2.4.4.4 P8.....	54
2.4.5 <u>Ecuaciones para la predicción de peso de la carcasa</u>	55
2.4.6 <u>Ecuaciones de predicción para peso de producto vendible</u>	55
2.4.7 <u>Ecuaciones para la predicción de porcentaje de producto vendible</u>	58
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	63
3.1 <u>MANEJO DE LOS ANIMALES</u>	63
3.2 <u>EVALUACIÓN EN VIVO</u>	63
3.3 <u>EVALUACIÓN EN FRIGORÍFICO</u>	64
3.4 <u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u>	65
3.4.1 <u>Estadísticas descriptivas</u>	65
3.4.2 <u>Estudio de la exactitud en la determinación de las características de la carcasa</u>	66

3.4.3 <u>Estudio de la precisión en la determinación de las características de la carcasa</u>	67
3.4.4 <u>Ecuaciones para la predicción de AOB, EGS y P8 de la carcasa a partir de las medidas de ultrasonido</u>	68
3.4.5 <u>Asociación entre las variables registradas y el producto vendible</u>	69
3.4.6 <u>Ecuaciones para la predicción del producto vendible</u>	70
4 <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	74
4.1 <u>ESTADISTICAS DESCRIPTIVAS</u>	74
4.2 <u>EXACTITUD Y PRECISION EN LA DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS DE CARCASA MEDIANTE ULTRASONIDO</u>	77
4.2.1 <u>AOB</u>	79
4.2.2 <u>EGS</u>	84
4.2.3 <u>P8</u>	87
4.2.4 <u>Síntesis</u>	89
4.3 <u>ECUACIONES PARA LA PREDICCION DE AOB, EGS Y P8 DE LA CARCASA</u>	91
4.4 <u>ASOCIACIÓN ENTRE LAS VARIABLES REGISTRADAS Y EL PRODUCTO VENDIBLE</u>	95
4.4.1 <u>Correlaciones entre las variables continuas registradas y el producto vendible</u>	95
4.4.2 <u>Análisis de varianza y contraste de promedios para las variables discretas registradas</u>	101
4.5 <u>PREDICCION DEL PRODUCTO VENDIBLE</u>	104
4.5.1 <u>Predicción de peso en segunda balanza</u>	104
4.5.2 <u>Predicción del Rendimiento en segunda balanza</u>	106
4.5.3 <u>Predicción del peso del corte pistola</u>	108
4.5.4 <u>Predicción del porcentaje del corte pistola</u>	115
4.5.5 <u>Síntesis</u>	122
5. <u>CONCLUSIONES</u>	124
6. <u>RESUMEN</u>	128

7. <u>SUMMARY</u>	130
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	132
9. <u>ANEXOS</u>	140

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro N°	Página
1. Correlaciones entre las medidas de AOB de carcasa y de ultrasonido	21
2. Exactitud en las determinaciones de AOB mediante ultras.....	23
3. Precisión en las determinaciones de AOB mediante ultrasonido	25
4. Correlaciones entre las medidas de EGS de carcasa y de ultrasonido	26
5. Exactitud en las determinaciones de EGS mediante ultras.....	28
6. Precisión en las determinaciones de EGS mediante ultrasonido	31
7. Correlación entre Marmoreado de carcasa y ultrasonido	32
8. Exactitud en las determinaciones de Marmoreado mediante ultrasonido	34
9. Correlación entre P8 de carcasa y ultrasonido	35
10.Exactitud y precisión en las determinaciones de P8 mediante ultrasonido	36
11.Correlación del peso vivo con rendimiento en cortes vendibles y peso de carcasa.....	39
12.Correlación entre peso de carcasa y el rendimiento en cortes vendibles	41
13.Relación de la conformación del cuarto trasero con su composición en 40 carcasas de novillos australianos.	46
14.Correlación del AOB con rendimiento en cortes vendibles y peso de carcasa	48
15.Correlación del EGS con rendimiento en cortes vendibles y peso de carcasa	51
16.Correlación del Marmoreado con rendimiento en cortes vendibles y peso de carcasa.....	53
17.Correlación del P8 con rendimiento en cortes vendibles y peso de carcasa	54
18.Ecuaciones para la predicción de Peso de producto vendible a partir de características de carcasa	55
19.Ecuaciones para la predicción de Peso de producto vendible a partir de características medidas en vivo.....	56

20. Ecuaciones para la predicción de Porcentaje de producto vendible a partir de características de carcasa.....	59
21. Ecuaciones para la predicción de Porcentaje de producto vendible a partir de medidas en vivo	59
22. Estadísticas descriptivas para variables continuas	74
23. Estadísticas descriptivas para variables discretas.....	76
24. Correlaciones entre variables medidas en vivo y sus respectivos valores de carcasa	78
25. Estadísticas complementarias para la determinación de la exactitud.	78
26. Distribuciones de frecuencias de las diferencias de los valores de carcasa y los valores predichos mediante ultrasonido.....	78
27. Ecuaciones de predicción para AOB, EGS y P8 de carcasa.....	92
28. Correlaciones de Spearman entre las variables registradas en la carcasa y el valor predicho por los modelos de predicción.	94
29. Correlaciones entre las variables registradas y el producto vendible	96
30. Variables de predicción según grado de conformación.....	101
31. Variables de predicción según grado de terminación.....	102
32. Variables de predicción según dentición	102
33. Modelos para la predicción de Peso de segunda balanza	105
34. Correlaciones de Spearman para modelos de peso en segunda balanza	106
35. Modelos para la predicción del rendimiento en segunda balanza....	107
36. Correlaciones de Spearman para modelos de rendimiento en segunda balanza.....	108
37. Predicción de peso del corte pistola (incluye variables relacionadas con peso).....	110
38. Predicción de peso del corte pistola (no incluye variables relacionadas con peso)	114
39. Correlaciones de Spearman para modelos de peso de pistola	115
40. Predicción del porcentaje del corte pistola (incluye variables relacionadas con peso)	116
41. Predicción de porcentaje del corte pistola (no incluye variables relacionadas con peso)	121
42. Correlaciones de Spearman para modelos de porcentaje de pistola	122

Figura N°	Página
1. Corte transversal de la media res mostrando el músculo Longissimus Dorsi y el sitio de medida del EGS	9
2. El Peso vivo vacuno y sus componentes.....	40
3. Residuales en función del valor de AOB de carcasa para AOB vivo 12/13 y AOB vivo 10/11	81
4. Precisión en la determinación del AOB de carcasa mediante ultrasonido(AOBv 12/13) en función de la magnitud del AOB carcasa.	83
5. Residuales en función de la magnitud del EGS de la carcasa para....	85
6. Residuales de P8(valor de ultrasonido- valor de carcasa) en función del P8 de carcasa.....	88
7. Ajuste de la ecuación de predicción para P8 de carcasa.....	92
8. Ajuste de la ecuación de predicción para EGS de carcasa	93
9. Ajuste de la ecuación de predicción para AOB de carcasa	93

1 INTRODUCCION

A nivel mundial en los ultimos años se han producido cambios muy importantes en la forma de comercializar la carne.

Hasta hace aproximadamente 20 años los mercados demandaban ganado o carcasas, las variaciones de la demanda radicaban simplemente en si los cortes incluían o no hueso, o bien si la carne era para manufactura o para consumo directo.

Hoy por hoy estos requerimientos han sido sustituidos por especificaciones que describen las cantidades de músculo y grasa requeridas, siendo variables de acuerdo al mercado demandante.

En la medida que este cambio se consolide, un sistema de comercialización basado en el valor de la carcasa que traslade los deseos del consumidor hacia el conjunto de la cadena cárnica, debería ser desarrollado. En este marco, las características de la carcasa adquirirán cada vez mayor importancia como forma de evaluar el valor de la carcasa, y así satisfacer las demandas del consumidor.

A nivel nacional, la evaluación de carcasas se realiza empleando el Sistema de Clasificación y Tipificación de Carnes del Uruguay, desarrollado por INAC en el año 1976 y modificado en el año 1997. Este sistema se basa en la clasificación visual de los diferentes tipos de reses a través de la evaluación de su conformación (relación carne-hueso) y su terminación (relación carne-grasa).

En este contexto, el ultrasonido aparece como una herramienta objetiva que tiene potencial para determinar la composición de la carcasa en animales vivos, siendo además una técnica compatible con otras prácticas de manejo a nivel de campo, no destructiva, no invasiva y económica. El desarrollo de metodologías que utilicen esta herramienta para evaluar la composición de las carcasas puede beneficiar a todos los integrantes de la cadena cárnica (productores, intermediarios, frigoríficos y consumidores).

Los resultados de la investigación a nivel internacional señalan la exactitud, la efectividad y la predictibilidad de las imágenes de ultrasonido en determinar las características de carcasa, lo que permitiría alcanzar las metas planteadas anteriormente (Crews et al. 1997b¹, Faulkner et al. 1990, Greiner et al. 1996, Perkins et al. 1992 a y Robinson et al 1992).

El empleo del ultrasonido permitiría formar grupos homogéneos de animales para su alimentación diferencial en función de su fase de desarrollo, haciendo coincidir los requerimientos animales con sus óptimos manejos nutricionales y de esta manera reducir los costos de alimentación (Crews et al. 1997 a, Hassen et al. 1996 a, Houghton y Turlington 1992, Iiams y Trenckle 1997). Conjuntamente esta técnica permitiría predecir los días necesarios en engorde para producir carcasas de una composición determinada y así obtener un producto más homogéneo para la comercialización (Houghton y Turlington 1992, Hassen et al. 1999).

Por otra parte, las características medidas ultrasónicamente han demostrado tener de media a alta heredabilidad y presentan una considerable variación, por lo que existiría un importante potencial para cambiar éstas características que afectan el mérito de la carcasa (Johnson et al. 1993, Arnold et al. 1991, Koch et al. 1982 citado por Wilson 1992). La selección basada en éstas medidas, realizadas en ganado joven, podría permitir un progreso genético rápido y económico, disminuyendo los costos y los períodos de tiempo que implica la realización de los Test de Progenie diseñados en base a mediciones de carcasa en frigorífico (Brethour 1992, Williams 1995).

El Area de Ojo de Bife (AOB), el Espesor de Grasa Subcutánea (EGS), el Marmoreado (MARB) y el nivel de grasa subcutánea sobre el Cuadril (P8), son las características que tradicionalmente han sido

¹ CREWS, D.H., KEMP, R.A., SHANNON, N.H., CARLSON, R.E. 1997(b). Post-weaning deposition patterns of carcass yield traits measured using ultrasound among composite bulls and heifers. Agriculture and Agri-Food Canada, Lethbridge Research Centre.

estimadas por ultrasonido dada su importancia para determinar el valor de la carcasa (Eizmendi et al 1993, Caron y Kemp 1997 ²).

El AOB es el área de la sección transversal del músculo Longissimus Dorsi y la importancia de su estimación radica en que este músculo da origen al Bife angosto, siendo éste el corte de mayor valor de la carcasa (U.S.D.A. 1997, Miller 1996). Es por ello que su estimación ha sido tradicionalmente utilizado como un indicador de la muscularidad.

El EGS es el espesor de grasa subcutánea medido en la interfase de la 12° y 13° costillas a las 3/4 partes del eje mayor del músculo Longissimus Dorsi a partir del cuerpo vertebral. La importancia de la determinación del EGS radica en que, varios trabajos realizados (Cianzio 1972, Wallace y Stouffler 1974, Crouse y Dikeman 1976, Wallace et al 1977, Recio et al 1986, May et al 1991, todos ellos citados por Hamlin et al en el año 1995; Faulkner et al 1990; Brethour 1992) concuerdan al afirmar que el EGS es el estimador individual más exacto que puede ser medido en la carcasa para determinar el porcentaje de producto vendible.

El marmoreado (o Marbling) es aquel tipo de grasa que se encuentra dispersa entre las fibras musculares o grupos de fibras musculares, siendo en mercados como los de E.E.U.U, Canadá y Japón una de las características más importantes en la determinación del valor de la carcasa (Wilson 1992, Liu et al. 1993, Eizmendi et al. 1993), debido a que se cree que imparte sabor, jugosidad y ternura a la carne.

El nivel de grasa subcutánea sobre el Cuadril (P8) está pensado para ser un indicador adicional de la grasa de la carcasa sobre todo en ganado que tenga un menor EGS en la 12° costilla; además ha demostrado estar negativamente correlacionado con el porcentaje de cortes de la carcasa.

Los objetivos del siguiente trabajo son:

- 1) validar en Uruguay la técnica del ultrasonido para predecir AOB, EGS y P8 de la carcasa,

² CARON, N.; KEMP, R.A. 1997. Carcass traits in canadian Charolais: genetic parameters and selection criteria. Agriculture and Agri-Food Canada, Lethbridge Research Centre.

2) desarrollar ecuaciones de predicción del rendimiento comercial: peso en segunda balanza, peso del corte pistola tres costillas con garrón, porcentaje de corte pistola tres costillas con garrón y rendimiento en segunda balanza.

Este trabajo fue realizado entre marzo y diciembre de 1998, en las localidades de Young, Durazno y Kiyú, con novillos pertenecientes a la Sociedad Criadores de Hereford del Uruguay, en el marco del convenio entre ésta institución, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (I.N.I.A.) y el Instituto Nacional de Carnes (I.N.A.C.).

Se contó con la colaboración del Frigorífico Ottonello, en cuya planta se llevaron a cabo las faenas.

2.REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 CARACTERISTICAS GENERALES DEL ULTRASONIDO

2.1.1 Descripción de la técnica

El ultrasonido se puede describir como ondas sonoras que tienen una frecuencia por encima de la amplitud audible del oído humano, superior a 20.000 Hz (Kroef 1997). Estas ondas viajan a través de los tejidos hasta llegar a una interfase de tejidos (p.ej. : grasa- músculo), donde una porción de la onda es reflejada de vuelta hacia la fuente, mientras que algunos impulsos continúan y penetran el tejido.

Según Wilson (1994, citado por Kroef 1997) las ondas de ultrasonido son generadas por cristales piezoeléctricos que al ser estimulados por una corriente eléctrica son deformados y producen una onda sonora. Los cristales deformados vibran en una frecuencia específica causando pulsos de ondas sonoras, las cuales al llegar a una interfase de tejidos son reflejadas hacia la fuente que las generó. La onda reflejada produce energía mecánica que choca y deforma los cristales, esta energía es entonces convertida en energía eléctrica, procesada y exhibida en diferentes formas.

Houghton y Turlington en 1992 plantearon que en la medida que la onda de sonido atraviesa los diferentes tejidos pierde parte de su energía, lo que se conoce como atenuación. La atenuación es causada por dos procesos predominantes: la absorción como calor y la dispersión por las pequeñas interfases de los tejidos. Ambos procesos se incrementan al aumentar la frecuencia de la onda, por lo que una baja frecuencia penetrará más profundamente en los tejidos que una onda de sonido de alta frecuencia, en contrapartida el empleo de altas frecuencias proporciona una mejor resolución. Es por ello que la mayoría de las evaluaciones de carcasa usan una frecuencia de 3,5 Mhz para lograr mayor penetración, mientras que las evaluaciones reproductivas utilizan

frecuencias de 5 y 7.5 Mhz para alcanzar una mejor resolución de la imagen.

2.1.2 Equipamiento de ultrasonido

El equipo de ultrasonido consta de una unidad de ultrasonido, transductor, una guía acústica (para la obtención de la imagen de AOB en la interfase de las costillas 12 y 13), computadora con software animal y placa digitalizadora. Se describen a continuación cada uno de sus componentes.

2.1.2.1 Unidad de ultrasonido

La unidad de ultrasonido procesa la imagen captada por el transductor y la proyecta en la pantalla, existiendo varios métodos disponibles para visualizar la información representada por la señal (Whittaker et al. 1992).

La forma de proyección utilizada en los primeros equipos desarrollados fue el modo A, donde A representa amplitud. Esta es una representación unidimensional de la señal reflejada en la cual los ecos del transductor aparecen como picos verticales a lo largo de un eje horizontal, correspondiendo la altura de un pico a la amplitud del eco en una profundidad dada de tejido y la distancia entre cada pico a la distancia entre sucesivas interfase (Houghton y Turlington 1992, Whittaker et al. 1992 y Kroef 1997).

Si es necesario que la imagen sea visualizada se emplean tanto el modo B (donde B representa brillo) como el Ultrasonido en Tiempo Real (UTR). En el modo B la señal reflejada es visualizada como una imagen bidimensional de puntos con distintas intensidades de gris. La posición de un punto en la pantalla es determinada por el tiempo que le toma al eco retornar al transductor, mientras que el brillo de los puntos es proporcional a la amplitud del eco retornante. El UTR es una forma de modo B que, a diferencia del anterior, permite visualizar el movimiento de las estructuras internas y no una imagen congelada. Esto es debido a

que en las imágenes en tiempo real los ecos son grabados continuamente en una pantalla de rayos catódicos no almacenadora.

2.1.2.2 Transductor

Se define al transductor como un componente fundamental del equipo de ultrasonido, ya que es el encargado de generar y recibir las ondas ultrasónicas, por estar constituido por los cristales piezoeléctricos descritos anteriormente.

El transductor es situado en contacto con el animal en el sitio a examinar, y por ser rígido y plano es necesario para la obtención de la imagen del AOB el empleo de guías acústicas de PVC plástico que se ajusten a la curvatura del animal (Kroef 1997).

Los transductores pueden presentar diferentes tamaños y frecuencias, en el caso de evaluación de carcasas el más comúnmente empleado es de 17,2 cm y 3,5 Mhz.

2.1.2.3 Computadora

En el caso que sea necesario grabar las imágenes para su posterior interpretación se requiere una computadora que contenga una placa digitalizadora (Kroef 1997).

2.1.2.4 Guía acústica y acoplante

La función de la guía acústica, como ya se mencionó, es permitir que el transductor se amolde a la curvatura del animal y además favorece el acople acústico entre el transductor y el pelo. La guía acústica es esencial para la obtención de una buena imagen del AOB, ya que al ser la superficie del transductor plana no se ajusta a las curvas del animal, dificultando la obtención de una imagen adecuada. Para medir grasa subcutánea (EGS o P8) e intramuscular no es necesario su empleo, ya

que para su determinación se apoya el transductor en una superficie relativamente plana.

Un agente acoplante es necesario para propiciar el pasaje de las ondas sonoras desde el transductor hacia los tejidos, ya que éstas no pasan a través del aire. En las evaluaciones en vivo el agente acoplante más comúnmente usado es aceite vegetal.

2.2 CARACTERISTICAS MEDIDAS CON ULTRASONIDO Y FACTORES QUE LAS AFECTAN

2.2.1 Area de ojo de bife

El AOB es el área de la sección transversal del músculo Longissimus Dorsi (ver Figura 1), siendo medido en la interfase de la 12° y 13° costillas, dado que como sostienen Henningsson et al. en el año 1986 (citado por Wilson 1992) es de gran importancia que las medidas sean realizadas en un lugar donde el Longissimus esté libre de músculos alrededor. La importancia de su estimación radica en que este músculo da origen al Bife angosto, siendo éste uno de los principales cortes de la carcasa (USDA 1997; Miller 1996). Es por ello que su estimación ha sido tradicionalmente utilizado como un indicador de la muscularidad total de la carcasa de acuerdo a Greiner et al (1996).

Wilson (1992) sostiene que los puntos de referencia anatómicos a ser medidos en el animal en vivo empleando el ultrasonido, deben estar bajo control genético y exhibir suficiente variación para poder ser empleado en programas de selección genética. Con respecto a la heredabilidad de la característica, que es un indicador del control genético antes mencionado, Dinkel et al. (1973 citados por Williams 1995), Benyshek (1981 citado por Arnold et al. 1991), Koch et al. (1982 citados por Wilson 1992), Wilson y Rouse (1987 citados por Arnold et al. 1991) y Arnold et al. (1991), al estudiar la heredabilidad del AOB de carcasa en novillos, comprobaron que la misma era moderada, variando

desde 0.25 hasta 0.56 (ver anexo n° 1).

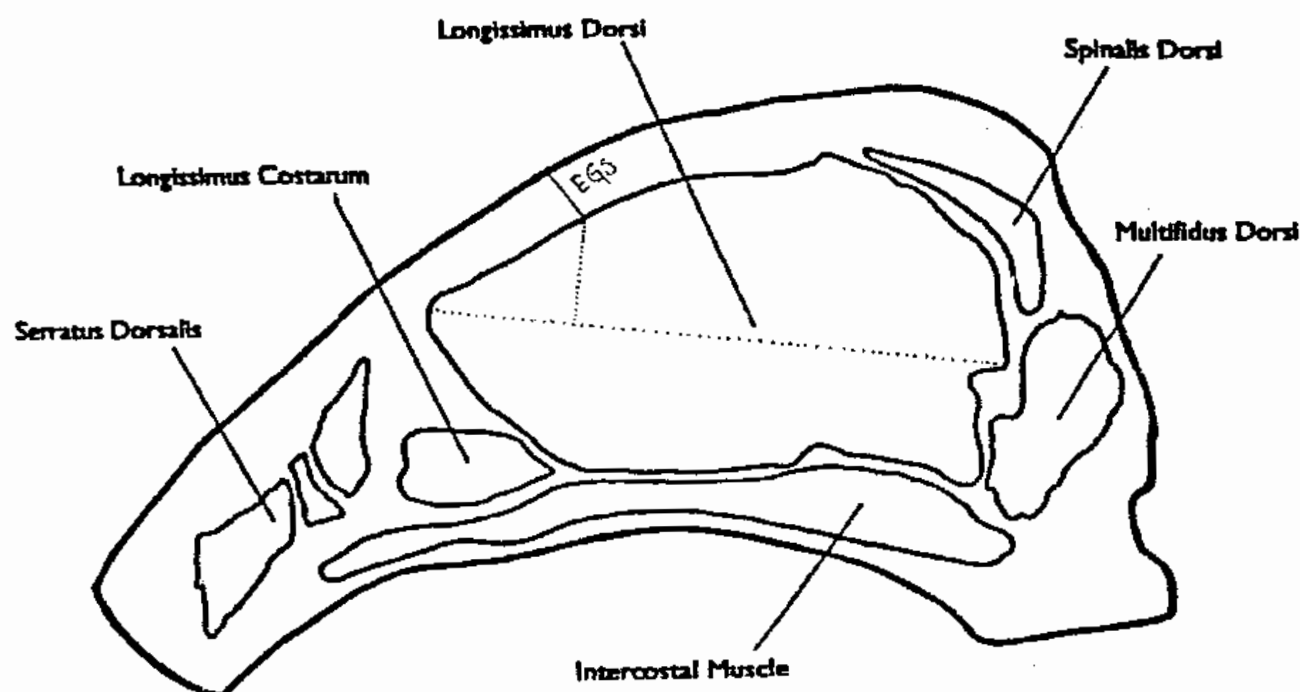


Figura 1 Corte transversal de la media res mostrando al músculo Longissimus Dorsi y el sitio de medida del EGS (adaptado del Manual em Ultra-sonografia Real Time, para avaliacao em bovinos de corte, 1997)

En la literatura consultada, el único estudio que encontró una baja heredabilidad para AOB de carcasa fue el llevado a cabo por Hassen et al. (1998), quienes al trabajar con 448 novillos progenie fundamentalmente de toros Simmental y Angus, estimaron que la heredabilidad de esta variable era de 0.07. En este mismo estudio, la heredabilidad del AOB de carcasa para 509 toros era de 0.21, remarcando los autores la existencia de una clara diferencia en las estimaciones de heredabilidad entre toros y novillos. Por el contrario en los estudios de Caron y Kemp (1997) y Wilson (1997), que se basaban fundamentalmente en animales de cría, se encontraron heredabilidades de magnitud similar a las reportadas en la literatura al trabajar con novillos (0.36 y 0.28, respectivamente). Para la variable AOB medida mediante ultrasonido en animales de cría, las heredabilidades reportadas por Arnold et al. (1991), Johnson et al. (1993) y Graser et al. (1998) son

moderadas (0.25, 0.39 y 0.30 respectivamente), al igual que lo observado para AOB de carcasa. Johnson et al. (1993) afirman, a raíz de los resultados obtenidos en su investigación, que la moderada heredabilidad del AOB ultrasónico indican que la selección para cambiar estas características debería ser efectiva.

2.2.1.1 Efecto del sexo en el AOB

Crews et al. (1997 b) colectaron medidas seriadas de AOB ultrasónico en 150 toros y 200 vaquillonas cruza (0.25 Charolais, 0.25 Simmental, 0.44 Británico, 0.06 Limousin) desde que tenían 229 días hasta los 425 días de edad, comprobando que a pesar de no existir diferencias en el índice de deposición del AOB, los toros presentaban un mayor AOB que las vaquillonas durante el período (ver anexo n°2).

En el año 1998 Hassen et al., al analizar los datos provenientes de 509 toros, 72 vaquillonas y 448 novillos, verificaron que los primeros tenían un mayor AOB ultrasónico y de carcasa que los dos últimos, siendo que novillos y vaquillonas no eran significativamente diferentes entre sí ($P < .05$).

2.2.1.2 Efecto de la edad y el peso en el AOB

Waldner et al (1992) experimentando con 60 toros Brangus, cuyas edades al momento de la faena oscilaban entre los 4 y los 24 meses, hallaron que la magnitud del AOB era cada vez mayor en la medida que aumentaba la edad y peso a la faena. El incremento del AOB se dio rápidamente entre los 4 y 16 meses, siendo luego la tasa de incremento cada vez menor (ver anexo n°3).

Por otra parte, en un estudio llevado a cabo por Hamlin et al. (1995a) con 180 novillos de feedlot, que tenían entre 6 y 14 meses de edad, se corroboró que en la medida que aumentaba la edad a la faena (y consecuentemente el peso de faena) el AOB se incrementaba. Los autores afirman que esta tendencia al incremento del AOB con la edad o peso es

lógico, así como que se alcance un *plateau* al arribar el animal a determinada edad o peso. En este mismo estudio se determinó que el peso y la edad explicaban el 72 y el 68% de la variación del AOB, respectivamente. Por último, los investigadores observaron que el AOB cada 45 kg. disminuye en la medida que el peso y/o la edad aumentan. A raíz de estos resultados encontrados los autores concluyen que el peso y la edad o una combinación de ambos, deben ser estandarizados a una constante previamente a que los animales sean comparados. Esto llevaría a comparaciones válidas entre los mismos, permitiendo que los productores seleccionen un animal que tiene una mayor AOB debido a su constitución genética y no por ser más viejo o más pesado.

2.2.1.3. Efecto de la raza en el AOB

Perkins et al. (1992 b) encontraron que existían diferencias significativas ($P < 0.01$) entre los tipos raciales para AOB al estudiar los registros provenientes de 36 novillos que representaban 4 tipos raciales (Brown Swiss, Corriente, cruzas Británicas, y cruzas Cebú- Mexicano).

Posteriormente Hamlin et al. (1995a), al trabajar con 180 novillos de feedlot producto del cruzamiento de vacas de tipo británico con toros de diversas razas (Hereford, Angus, Charolais, Nelore, Salers, Piamontesa, etc.), encontraron que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las razas paternas para AOB a edades tempranas, y que estas diferencias dejan de ser significativas ($P < 0.05$) al madurar los animales.

Aicairdi et al. (1996), al comparar 12 novillos de la raza Hereford con 6 novillos Holando, encontraron que los primeros tenían 8.41 cm² menos de AOB que los segundos. Esto concuerda con lo hallado por Scarsi en 1966 (citado por Aicardi et al. 1996), quien notó que los novillos Hereford presentaban 9.0 cm² menos de AOB que los novillos Holando.

Hassen et al. (1998), al estudiar la progenie de toros Angus y Simmental, encontraron que si bien la progenie de estos últimos tenía un mayor AOB ultrasónico que la de los primeros en las primeras sesiones

de escaneado, estas diferencias desaparecían en la última sesión de escaneado. En lo que respecta a los registros de carcasa de estos animales, los autores encontraron que la progenie de los toros Simmental tiene un AOB de carcasa mayor que la de los toros Angus.

2.2.2 Espesor de grasa subcutánea en la 12°-13° costilla

Cianzio (1972) define el sitio de medida del EGS en la interfase de la 12° y 13° costillas como el espesor de grasa a las 3/4 partes del eje mayor del músculo Longissimus Dorsi a partir del cuerpo vertebral (ver Figura 1).

De acuerdo a Rovira (1969, citado por Aicardi et al 1996) la grasa subcutánea presenta en si misma una necesidad en la res puesto que protegería a la canal durante el proceso de enfriado de tomar tonalidades muy oscuras y al mismo tiempo defiende al músculo de su entorno una vez faenado el animal.

Ya en el año 1960, Murphey et al (citado por Johnson en 1998) notaron la importante asociación negativa entre el EGS en la costilla 12 y el rendimiento de carne vendible. En Uruguay, Cianzio en 1972 observó que cuanto mayor sea el EGS a nivel de la 10° ó 12° costilla menor tenderá a ser el porcentaje de cortes valiosos desgrasados o el porcentaje de músculo total de la media res, debido a la alta asociación negativa entre el EGS en la 10°-12° costilla con el porcentaje de cortes valiosos desgrasados y deshuesados y con el músculo total de la media res.

Cianzio (1972) postuló que, dada la alta y positiva asociación del EGS con kg. y porcentaje de grasa total en la media res, a mayor EGS existiría una fuerte tendencia a encontrar un mayor contenido de grasa en la media res tanto en kg. como en porcentaje.

Trabajos más recientemente publicados (Wallace y Stouffler 1974, Crouse y Dikeman 1976, Wallace et al 1977, Recio et al 1986, May et al 1991, todos ellos citados por Hamlin et al en el año 1995; Faulkner et al 1990; Brethour 1992) confirman que el EGS es el estimador individual

medido en la carcasa que más contribuye para explicar la variación del producto vendible.

Conjuntamente Powell y Huffman en el año 1973 (citados por Brethour 1992) indican que el EGS es el mejor indicador del status nutricional de los animales.

Como fue mencionado para AOB, los puntos de referencia anatómicos a ser medidos en el animal en vivo empleando ultrasonido, deben estar bajo control genético y exhibir suficiente variación para poder ser empleados en programas de selección genética (Wilson 1992).

Con respecto a la heredabilidad del EGS de carcasa, Dinkel et al. (1973 citados por Williams 1995), Benyshek (1981 citado por Arnold et al. 1991), Koch et al. (1982 citados por Wilson 1992), Wilson y Rouse (1987 citados por Arnold et al. 1991), Arnold et al. (1991) y Hassen et al. (1998), al estudiar la heredabilidad del EGS de carcasa en novillos, comprobaron que la misma era moderada variando desde 0.27 hasta 0.57 (ver anexo n° 1). En lo que respecta a la heredabilidad del EGS de carcasa en animales de cría, Hassen et al. (1998) plantean, en base a los resultados obtenidos al trabajar con 509 toros y 448 novillos, que existe una clara diferencia en las estimaciones de heredabilidad entre toros y novillos (h^2 de 0.05 y 0.42, respectivamente). Por el contrario en los estudios de Caron y Kemp (1997) y Wilson (1997), que se basaban fundamentalmente en terneros y vaquillonas, se encontraron heredabilidades de magnitud similar a las reportadas en la literatura al trabajar con novillos (0.30 y 0.27, respectivamente). Para la variable EGS medida mediante ultrasonido en animales de cría (toros, vaquillonas y terneros), las heredabilidades reportadas por Arnold et al. (1991), Johnson et al. (1993) y Graser et al. (1998) son de 0.26, 0.11 y 0.21, respectivamente. Johnson et al. (1993) plantean que, la baja heredabilidad obtenida (h^2 de EGS medida al año es de 0.11 a 0.14) y la magnitud del EGS de la carcasa (0.44 cm), harían muy difícil cambiar la habilidad genética de los animales de engrasarse a través de la selección basada en esta medida; asimismo estos resultados indicarían que en los 2101 terneros Brangus (que tenían un año y promediaban 410 kg. cuando se realizaron las determinaciones) las diferencias genéticas en la habilidad

de engrasarse no se podrían expresar a esta edad bajo el nivel alimenticio que se les proporcionó.

2.2.2.1 Efecto del sexo en el EGS

Crews et al. (1997) al realizar el seguimiento de 150 toros y 200 vaquillonas cruzas (0.25 Charolais, 0.25 Simmental, 0.06 Limousin y 0.44 Británico) desde los 229 hasta los 425 días de edad, observaron que las vaquillonas no sólo presentaron sistemáticamente un mayor EGS en la 12^o costilla durante este período (ver anexo n° 2), sino que además el índice de deposición de EGS era mayor para éstas que para los toros. Es a raíz de las diferencias de los patrones de deposición de EGS entre toros y vaquillonas, que los autores afirman que es necesario evaluar a los futuros reproductores empleando criterios específicos de cada sexo.

Posteriormente Hassen et al. (1998), al analizar los datos provenientes de 509 toros, 72 vaquillonas y 448 novillos, verificaron que los toros tenían un menor EGS ultrasónico que los dos últimos; por el contrario el EGS de carcasa no era significativamente diferente en toros y vaquillonas, los cuales sí estaban menos engrasados que los novillos ($P < .05$) (ver anexo n°4).

2.2.2.2 Efecto de la edad y el peso en el EGS

Hamlin et al. (1995), al estudiar 180 novillos de distintos tipos biológicos, comprobaron que existía una tendencia general al incremento del EGS con el aumento de la edad y/o peso de los animales, explicando estas dos variables el 47 y 46% de la variación del EGS, respectivamente. Este hallazgo fue posteriormente corroborado por Crews et al. en el estudio citado en el ítem anterior (ver anexos 5 y 3). A raíz de estos resultados encontrados, los autores concluyen que el peso y la edad deben ser estandarizados a una constante previamente a que los animales de cría sean comparados en forma válida.

2.2.2.3 Efecto de la raza en el EGS

A partir de la investigación realizada por Hamlin et al. (1995), los autores concluyeron que existe un efecto de la raza en el EGS alcanzado por los animales, presentando los novillos de razas británicas un mayor EGS que los de razas continentales o cebuinas a una misma edad o peso, lo que era de esperar según los investigadores debido a los diferentes patrones de maduración entre las razas (ver anexos nº5 y 6).

De acuerdo a los mismos autores, las curvas de EGS en función de la edad o peso siguen los patrones esperados, con variaciones en el índice de deposición a edades tardías debido principalmente a influencias genéticas.

Estudios más recientes llevados a cabo por Hassen et al. (1998), trabajando con la progenie de toros Angus y Simmental, observaron diferencias importantes en el EGS ultrasónico y de carcasa, mostrando el ganado Angus mayor engrasamiento que el Simmental.

2.2.3 Marmoreado

Se entiende por marmoreado aquel tipo de grasa que se encuentra dispersa entre las fibras musculares o grupos de fibras musculares, no siendo dicha distribución aleatoria sino que tiende a seguir la red vascular (Johnson 1998, Brethour 1990). Para la obtención de la imagen que permite la estimación de la grasa intramuscular (Marmoreado), se sitúa el transductor paralelamente a la columna vertebral sobre las costillas 11, 12 y 13.

Cianzio (1972) planteó que al marmoreado siempre se lo ha considerado de suma importancia por creerlo asociado positivamente a carne de mejor calidad. Actualmente en mercados como los de E.E.U.U, Canadá y Japón la grasa intramuscular es una de las características más importantes en la determinación del valor de la carcasa (Wilson 1992, Liu et al. 1993, Eizmendi et al. 1993). Esto es debido a que se considera que el marmoreado imparte sabor, jugosidad y ternura a la carne. Si bien

es cierto que afecta el sabor, de acuerdo a los trabajos ya citados de Johnson y Cianzio, tendría muy poca influencia sobre las últimas dos características (aunque la asociación ha sido siempre positiva).

Con respecto a la heredabilidad de la característica, Dinkel et al. (1973 citados por Williams 1995), Benyshek (1981 citado por Arnold et al. 1991), Koch et al. (1982 citados por Wilson 1992), Wilson y Rouse (1987 citados por Arnold et al. 1991) y Arnold et al. (1991), al estudiar la heredabilidad del marmoreado de carcasa en novillos, comprobaron que la misma era moderada, variando desde 0.26 hasta 0.56 (ver anexo n° 1). En lo que respecta a la heredabilidad del marmoreado de carcasa en los novillos y vaquillonas, en el estudio de Wilson (1997) se encontró una heredabilidad de 0.39, la cual es de magnitud similar a las reportadas en la literatura al trabajar exclusivamente con novillos. Graser et al. (1998), al estudiar la heredabilidad del marmoreado medido mediante ultrasonido en 3039 animales de cría Angus, encontró que la misma era de 0,113.

Waldner y sus colaboradores (1992), al trabajar con 60 toros Brangus que tenían entre 4 y 24 meses de edad, encontraron que el marmoreado era la variable que estaba más negativamente correlacionada con el porcentaje de proteína.

Por su parte Hassen et al. (1997), al estudiar la correlación existente entre marmoreado y porcentaje de producto vendible en 1072 animales, encontraron que la primera de las variables determinada ultrasónicamente previamente a la faena, era la que estaba más estrechamente asociada luego de EGS v 12/13 con porcentaje de producto vendible ($r = -0.51$).

2.2.3.1 Efecto del sexo en el marmoreado

Hassen et al. (1997,1998),trabajando con 509 toros, 72 vaquillonas y 448 novillos progenie de toros Angus y Simmental, concluyeron que no había un efecto aparentemente uniforme del sexo en el nivel de grasa intramuscular. A esta conclusión arribaron luego de verificar que si bien los toros presentaban para todas las sesiones de escaneado, un menor

nivel de marmoreado que las vaquillonas, los novillos no eran significativamente diferentes de las vaquillonas en la 2°, 3° y 4° sesión de escaneado y sí lo eran de los toros, mientras que en la 1° y la 5° sesión los novillos tenían niveles de marbling que no eran significativamente diferentes ni de toros ni de vaquillonas (ver anexo n°7).

Johnson (1998) encontró que las vaquillonas comienzan a depositar marmoreado más temprano, mientras que los toros generalmente no llegan a depositar grasa intramuscular.

2.2.3.2 Efecto de la raza en el marmoreado

En el año 1976 Berg y Butterfield planteaban que existían indicios de diferencias genéticas en marmoreado, pero que era probable que éstas no fueran muy considerables.

Arnold et al. (1991) encontraron que existía una correlación genética de 0.62 entre el marmoreado y el índice de crecimiento relativo promedio, lo cual según los autores era de prever dado que los animales que maduran más rápidamente es de esperar que tengan un mayor índice de deposición de marmoreado que aquellos que maduran más lentamente.

Estos conceptos fueron posteriormente corroborados por Hassen et al. (1998), quienes no sólo encontraron que la progenie de toros Angus depositaba grasa intramuscular más rápidamente, sino que además mostraba mayores niveles de marmoreado que la progenie de los toros Simmental.

En el mismo año Johnson citó un estudio realizado anteriormente en el que se demostró que, a bajos niveles de grasa subcutánea e intramuscular, el ganado de madurez más temprana tiene mayores niveles de marmoreado, sin embargo cuando se alcanza un 30 % de grasa en la carcasa el nivel de marmoreado es igual en ambos tipos de ganado, y al sobrepasar este nivel el ganado de madurez tardía mostró un mayor nivel de marmoreado (ver anexo n°8). Asimismo el autor plantea que, mientras que las razas de madurez temprana tienen más marmoreado a bajos pesos

vivos, dándoles tiempo y aumentando su peso y su nivel de engrasamiento, el marmoreado de los tipos continentales se encontraría con el de las razas Británicas.

2.2.3.3 Efecto de la edad y/o peso en el marmoreado

De acuerdo a Cianzio (1972) y Johnson (1998), la grasa intramuscular es el depósito graso que se forma más tardíamente, y al parecer dicho proceso depende más de la edad que del peso del animal.

En lo que respecta a la relación entre el engrasamiento de la carcasa y el nivel de marmoreado, algunos autores (Berg y Butterfield 1976, Eizmendi et al. 1993, Crews et al. 1997 a³, Johnson 1998) consideran que estas dos características tienen una relación fenotípica positiva, no existiendo indicios que hagan suponer que en alguna raza la deposición de grasa intramuscular se produzca con independencia del nivel general de grasa. En las investigaciones llevadas a cabo por Wilson (1997) y Graser et al. (1998), encontraron que la correlación genética entre el marmoreado y el EGS era cercana a 0 (- 0.05 y 0.095, respectivamente), lo que les llevó a concluir que sería posible mejorar genéticamente el nivel de marmoreado sin incrementar el EGS.

Cabe resaltar que existen discrepancias en cuanto a la relación existente entre el nivel de marmoreado y la ganancia diaria de peso; mientras que Arnold et al. (1991) trabajando con 2411 novillos Hereford, encontraron que existía una asociación moderada entre las variables ($r=0.54$), Eizmendi et al. (1993) en un estudio que incluía un significativamente menor número de animales (40 novillos cruza) encontraron que aquellos animales que tenían mayor nivel de marmoreado no eran los que tenían una mayor ganancia diaria promedio.

³ CREWS, D.H.; KEMP, R.A.; SHANNON, N.H.; CARLSON, R.E. 1997 (a). Correlation between yearling and pre-slaughter ultrasound measures and carcass traits of composite beef steers. Agriculture and Agri-Food Canada, Lethbridge Research Centre.

2.2.4 Espesor de grasa subcutánea sobre el cuadril (P8)

El P8 es el espesor de grasa subcutánea sobre el cuadril, midiéndose en la unión de los músculos Gluteus Medius y Biceps Femoris en la línea que une el Isquión y el Ilión, paralelamente a la columna vertebral.

Las primeras determinaciones del P8 se llevaron a cabo debido a que diversos estudios mostraron que en algunos frigoríficos, al separar el cuero de la carcasa se rasgaba la grasa sobre las costillas, impidiendo la correcta medición sobre la costilla 12. Esto fue lo que motivó la búsqueda de sitios alternativos donde medir el espesor de grasa, siendo Moon en 1980 (citado por Johnson en 1998) quien propuso el P8 como sitio de medida, dado que es tan exacto como el EGS en la costilla 12 en estimar el rendimiento y además está sujeto a menos daños en el frigorífico.

Los trabajos de Greiner et al. (1996) y Williams et al. (1997) corroboraron la correlación fenotípica negativa existente entre el P8 y el porcentaje de producto vendible (- 0.66 y - 0.49, respectivamente). Asimismo, Williams et al. (1997) encontraron que P8 y la grasa de recorte de la carcasa están moderadamente correlacionadas, tanto en kilos como en porcentaje (r fenotípica = 0.382 y 0.408, respectivamente).

Rouse et al. (1995) y Greiner et al. (1996) indicaron que el P8 puede tener mayor importancia en ganado magro para la predicción de producto vendible, el que puede tener más variación en grasa del cuadril que en grasa medida en la costilla 12.

En lo que respecta a la heredabilidad de esta característica, Graser et al. (1998) trabajando con 3039 animales de cría encontraron una heredabilidad moderada para P8 ultrasónico ($h^2 = 0.39$).

2.3 EXACTITUD Y PRECISION EN LA ESTIMACION DE LAS CARACTERISTICAS DE LA CARCASA Y FACTORES QUE LAS AFECTAN.

El AOB y el EGS de carcasa han sido tradicionalmente las características en las que se ha puesto mayor énfasis en el estudio del poder predictivo del ultrasonido. La gran mayoría de los autores concuerdan que el EGS de carcasa puede ser correctamente estimado empleando el ultrasonido, mientras que para el AOB de carcasa las opiniones son encontradas.

Para validar la técnica de ultrasonido como una herramienta que permite estimar adecuadamente las características de carcasa (AOB, EGS, P8, marmoreado) es que se determina la exactitud y la precisión con que estima los mismos.

A este respecto Cochran y Cox (1983), definen exactitud como la proximidad con que una medida se acerca a su valor verdadero, en este caso la proximidad entre el valor de la característica medida ultrasónicamente y su valor de carcasa. Cabe señalar que si bien como valor verdadero de la característica se toma el valor de la misma en la carcasa, en su determinación se puede incurrir en errores tal como se discutirá en los siguientes ítems. Estos autores definen precisión como la repetibilidad de las medidas, es decir que la diferencia entre la medida registrada y el valor verdadero de la característica sea similar entre las distintas observaciones. Para la técnica de ultrasonido se entiende por precisión que la diferencia entre la determinación de la característica mediante ultrasonido y el valor de la característica en la carcasa sea de magnitud similar entre los diferentes animales, de ser así y conociendo la magnitud de esta diferencia se puede estimar correctamente el valor de la característica de la carcasa.

A continuación se analizará la exactitud y la precisión en la determinación de las características de la carcasa empleando el ultrasonido.

2.3.1 AOB

2.3.1.1 Exactitud en la determinación del AOB de la carcasa a partir de ultrasonido

En el cuadro n°1 se presentan las correlaciones encontradas en la literatura conjuntamente con el equipo de ultrasonido utilizado y el número de animales que se estudió.

Como se puede observar en el cuadro1 las correlaciones más altas fueron obtenidas en los trabajos más recientes empleando un Aloka 500V (Corometrics Medical Sistem, Inc) equipado con un transductor de 17cm y 3.5 Mhz. Las mejores correlaciones obtenidas para AOB al emplear el Aloka 500V respecto al anteriormente utilizado Aloka 210DX, son debidas según Perkins et al. (1992b) a que con el nuevo equipo es posible mediante una única imagen visualizar toda el AOB, y no como en el caso del Aloka 210DX que para poder ver el AOB en su totalidad había que fusionar dos imágenes parciales.

Cuadro n° 1 Correlaciones entre las medidas de AOB de carcasa y de ultrasonido

<u>Autor y año</u>	<u>Equipo</u>	<u>Categoría Animal</u>	<u>Nº animales</u>	<u>Localiz.</u>	<u>Correlación (AOB)</u>
May et al. 1990	Aloka 210 DX	Novillos	234	12/13	0.64
Smith et al. 1990	Aloka 210DX	Novillos	137	12/13	0.63
Perkins et al. 1992a	Aloka 210DX	Novillos Vaquillonas	495 151	12/13	0.60 en promedio (nov. y vaq.) 0.67 nov. 0.51 vaq.
Perkins et al. 1992b	Aloka 500V	Novillos	36	12/13	0.79
Robinson et al. 1992	Aloka 210DX		30	12/13	0.87
Smith et al. 1992	Aloka 210DX	Novillos	452	12/13	Ex1: 0.43 grilla 0.2 acetato Ex2 :0.63 grilla
Waldner et al. 1992	Aloka 210DX	Toros	60	12/13	0.73
Eizmendi et al. 1993	Aloka 210DX	Novillos	40	12/13	0.44

Herring et al. 1994a	Aloka 500V	Novillos	44	12/13	0.705
Herring et al. 1994b	Aloka 210DX M1 Aloka 500V M2	Novillos	44	12/13	M1= 0.57 M2= 0.63
Hamlin et al. 1995 a	Aloka 500V	Novillos	180	12/13	0.45
Greiner et al. 1996	Aloka 500V	Novillos	282	12/13	0.91
Hassen et al. 1996 a	Aloka 500V	Ex 1 Nov. Ex 2 Nov.	164 144	12/13	0.48
Crews et al. 1997a		Novillos	60		0.95

Perkins et al. (1992 a) encontraron que la correlación en la estimación del AOB variaba según el sexo, siendo de 0.61 y 0.51 para novillos y vaquillonas respectivamente, lo que según los autores se debería al mayor AOB de estas últimas (77.7 cm² vs. 81.2 cm² de AOB de carcasa respectivamente).

En lo que respecta a la influencia de la edad en la exactitud de las determinaciones, Waldner et al. (1992) trabajando con toros Brangus cuyas edades iban de los 4 a 24 meses, encontraron al analizar las diferencias entre el valor del AOB de carcasa y el AOB de ultrasonido, que la estimación del AOB era exacta únicamente a los 12 meses.

Cabe mencionar que si bien la correlación entre la característica medida por ultrasonido y la misma medida en la carcasa es el coeficiente que se emplea comúnmente como medida de exactitud de la técnica, de acuerdo a Houghton y Turlington (1992) presenta ciertas limitantes tales como:

- 1) La variación en la población influencia el coeficiente de correlación, cuanto mayor sea ésta mayor será el coeficiente obtenido.
- 2) Los coeficientes de correlación no reflejan el sesgo en la determinación, es decir no indican si se está sub o sobrestimando el valor de la característica de la carcasa.

Es por ello que se recurre a métodos alternativos de reportar exactitud, como ser la diferencia promedio (DP), la diferencia promedio

absoluta (DPA), el cociente entre la DPA y el valor de la característica en la carcasa (CE), el error standard de predicción (ESP), y si la técnica sobre o subestima el valor de la característica de la carcasa. La DP indica la dirección y la magnitud promedio del error al estimar la característica de la carcasa mediante ultrasonido, es decir si se está sub o sobreestimando el valor de esta característica en la carcasa y por cuanto. La DPA es calculada dado que al promediar los valores para el cálculo de la DP siempre se da la cancelación de las desviaciones negativas y positivas, por lo que un valor de DP cercano a 0 no necesariamente implica estimaciones exactas. El CE se calcula para permitir efectuar la comparación entre distintas variables (por ejemplo AOB y EGS), independientemente de la magnitud y de la unidad con que se miden las mismas. El ESP indica la magnitud del error de la predicción una vez que éste ha sido corregido por el error propio de la técnica (DP), en el caso en que las diferencias observadas entre el valor predicho por ultrasonido y el valor de la carcasa fuesen similares para los diferentes animales, el ESP se aproximaría a 0.

Cuadro n° 2 Exactitud en las determinaciones de AOB mediante ultras.

<u>Autor y año</u>	<u>Sobreestimación</u>	<u>Subestimación</u>	<u>Estadísticas calculadas</u>
Smith et al. 1990		>103cm ²	
Perkins et al. 1992 a		Para todos los animales	DP①=-3.1 cm ² DPA②=7.4 cm ² CE③:9.4 %
Perkins et al. 1992b		Para todos los animales	DP=-1.7cm ² DPA=4.4 cm ² ESP④ Tec. 1:4.2 cm ² Tec.2: 3.2 cm ² CE:6.1 %
Smith et al 1992	Ex1 <71cm ²	Ex1 >84cm ² Ex2 >103cm ²	Ex2 En general se subestima a los más musculosos
Waldner et al. 1992	> 85cm ²	<70cm ²	DPA=7.6cm ² DP= 0.8 cm ²
Herring et al 1994b	<70cm ²	>80cm ²	
Hamlin et al. 1995a			ESP=9.3 cm ²
Greiner et al 1996	Para todos los animales		ESP =3.35cm ² DPA =1.1cm ² DP=1.03 cm ²
Hassen et al. 1996 a	<92cm ²	>92cm ²	DP=0.63 cm ² DPA=7.65 cm ² CE:8.5%
Crews et al. 1997 a		Para todos los animales	DP=-0.6 cm ²

①Diferencia Promedio(sesgo): $\bar{X}$ (AOB ultrasonido- AOB carcasa)/ n°observaciones

② Diferencia Promedio Absoluta: $\bar{\Sigma} (AOB_{\text{ultrasonido}} - AOB_{\text{carcasa}}) / n^{\circ} \text{observaciones}$

③ CE: DPA/Valor de la característica en la carcasa

④ Error standard de predicción

Lo primero que se observa en el cuadro n°2 es que, en varios trabajos analizados se verificó que aquellos animales con mayor muscularidad eran generalmente subestimados en la valorización del AOB, mientras que los menos musculosos eran sobrestimados (Smith et al. 1992, Herring et al 1994 b y Hassen et al. 1996 a).

Otro de los factores que ha demostrado tener una gran influencia en la exactitud de la determinación del AOB es la experiencia y/o habilidad del técnico que obtiene e interpreta las imágenes. De acuerdo a la Beef Improvement Federation (BIF) la colecta e interpretación exacta de las imágenes de ultrasonido es altamente dependiente de la habilidad del técnico. Teniendo en cuenta esto, es que la BIF promueve un Programa de Certificación para evaluar la capacidad de los técnicos que están escaneando ganado vacuno en E.E.U.U. y Canadá. Ahondando en este tema, Wilson (1992) y Robinson et al. (1992) señalaron que es necesario un sistema de acreditación y entrenamiento en el empleo de la técnica para obtener una mayor exactitud en las determinaciones de las características de la carcasa, sosteniendo que el técnico no sólo debe obtener una buena imagen e interpretarla correctamente sino que además debe estar familiarizado con la anatomía de las especies a ser escaneadas. Smith et al. (1992) mencionan que la exactitud pudo haber sido afectada por errores en la interpretación de las imágenes.

Asimismo, se ha mencionado en diversos estudios (Perkins et al. 1992 a, Smith et al. 1992, Williams 1995) otros factores que podrían afectar la exactitud de la estimación:

- localización incorrecta del transductor por parte del operario
- suciedad en el área de la medición
- cambios en la configuración del músculo posteriormente a la faena
- diferencias en la configuración del mismo que existen entre el animal parado y la carcasa colgando.
- espesor del cuero y pelo

2.3.1.2 Precisión en la determinación del AOB de la carcasa a partir de ultrasonido

En la literatura revisada, como forma de evaluar la precisión de la técnica se calcula el porcentaje de las observaciones en las cuales la diferencia entre el valor predicho por ultrasonido y el valor determinado en la carcasa se encuentra dentro de un rango arbitrariamente determinado ($\pm 2,54$ mm para P8 y EGS ; $\pm 6,45$ cm² para AOB). A continuación se presenta en el cuadro n° 3 los resultados reportados en la literatura.

Cuadro n° 3 Precisión en las determinaciones de AOB mediante ultrasonido

<u>Autor y año</u>	<u>% de obs. dentro de ± 6.45 cm²</u>	<u>Observaciones</u>
Smith et al. 1990	Técnico A=58% Técnico B=52%	En nov. son más de 90.3cm ² de AOB las estimaciones fueron menos precisas(solo un 36-38 % se encuentran dentro de ± 6.45 cm ² del valor de carcasa)
Perkins et al. 1992a	53%	+ precisa con AOB < 83.9cm ² - precisa con AOB > 83.9cm ²
Perkins et al. 1992b	Técnico 1 = 74% Técnico 2 = 60%	
Smith et al. 1992	Ex1 Grilla = 47% Acetato = 55% Ex2 Grilla= 58%	Ex2 En general se subestima a los más musculosos(>96 cm ² solo un 30-35 % se encuentran dentro de ± 6.45 cm ² del valor de carcasa)
Walchner et al. 1992		Entre $\pm$ de 6.2 y 12.4 cm ² desde 7.6 cm ² se encuentran el 68% y 95% de las mediciones
Hassen et al. 1996 a	51.2%	

Al igual que para la exactitud, el técnico influye en la magnitud de la precisión alcanzada, esto se concluye a partir de los trabajos realizados por Perkins et al. (1992b) y Smith et al. (1992). En el primero de estos trabajos se vio que existían diferencias entre técnicos en la precisión alcanzada debido a la interpretación que realizaban de las imágenes, a su vez Smith et al. (1992) encontraron que la precisión mejora con la experiencia del técnico.

2.3.2 EGS

2.3.2.1 Exactitud en la determinación del EGS de la carcasa a partir del ultrasonido

En el cuadro n°4 se presentan las correlaciones reportadas en la literatura conjuntamente con el equipo de ultrasonido utilizado y el tipo de animales que se estudió.

Cuadro n° 4 Correlaciones entre las medidas de EGS de carcasa y de ultrasonido

<u>Autor y año</u>	<u>Equipo</u>	<u>Categoría Animal</u>	<u>Correlación (EGS)</u>
Dicker et al. 1988	Scanoprobe model 731C(SP) Vetscan(Vs) Vu.300(Vu)	Novillos de 1 año	Exp 1: 0.82 (Sp) Exp2 : 0.63 (Sp) 0.61 (Vs) 0.48 (Vu)
Faulkner et al. 1990		Ex.1 nov / vaq. Ex.2 vacas Ex.3 vacas	0.88 0.89
May et al. 1990	Aloka 210 DX	Novillos	0.69
Smith et al. 1990	Aloka 210DX	Novillos	0.82
Perkins et al. 1992a	Aloka 210DX	Novillos Vaquillonas	0.75
Perkins et al. 1992b	Aloka 500V	Novillos	0.86
Robinson et al. 1992	Aloka 210DX		0.90
Smith et al. 1992	Aloka 210DX	Novillos	Ex1 0.81 Ex2 0.81/ 0.82
Waldner et al. 1992	Aloka 210DX	Toros	0.86
Eizmendi et al. 1993	Aloka 210DX	Novillos	0.81
Herring et al. 1994a	Aloka 500V	Novillos	0.722
Herring et al 1994b	Aloka 210DX (M1) Aloka 500V (M2)	Novillos	M1=0.59 M2=0.63
Hamlin et al. 1995a	Aloka 500V	Novillos	0.86
Greiner et al. 1996	Aloka 500V	Novillos	0.93
Hassen et al. 1996 a	Aloka 500V	Ex 1 Nov. Ex 2 Nov.	0.70
Crews et al. 1997		Novillos	0.83 0.79

En el cuadro nº4 se observa que el EGS de la carcasa puede ser estimado con una muy buena exactitud empleando la técnica de ultrasonido.

En segundo lugar se puede apreciar que el empleo de la unidad Aloka 500V equipada con un transductor de 17.2cm no mejoró significativamente la exactitud de la estimación respecto al equipo anteriormente utilizado (Aloka 210DX). A este respecto, Herring et al. (1994b) en un trabajo con 44 novillos en el cual compararon un Aloka 210DX con un Aloka 500V, concluyeron que el equipo Aloka 500V parece ser la mejor unidad para medir el EGS especialmente si el técnico no tiene experiencia, si bien las diferencias encontradas fueron mínimas. De acuerdo a Dicker et al. (1988), tanto el Scanoprobe II (sistema de ultrasonido *echo ranging*) como el Vetscan y el Vu 300 (dos sistemas de imagen ultrasónica en tiempo real), estiman con exactitud el EGS en la interfase de las costillas 12/13, alcanzando similares correlaciones entre la medida de ultrasonido y la de carcasa (0.63, 0.61 y 0.48, respectivamente), como similares desvíos estándar residuales (1.1, 1.0 y 1.2, respectivamente).

Por otra parte en lo que respecta a la influencia del técnico en la magnitud de la correlación obtenida, las opiniones son disímiles. Mientras que Dicker et al. (1988) mencionan como una de las posibles causas de la baja correlación alcanzada la escasa experiencia del operador, Hassen et al. (1996 a) encontraron que técnicos de diferente experiencia alcanzaban las mismas correlaciones.

Otro factor que afecta las correlaciones alcanzadas es el momento en que se determina el EGS con relación a la faena. Hamlin et al. (1995 a) señalan que las correlaciones entre estimaciones tempranas mediante ultrasonido del EGS y el EGS de carcasa son moderadas a altas, indicando que estas medidas tempranas pueden ser tomadas y posiblemente predigan el EGS final. Por otra parte, Crews et al. (1997) afirman que las medidas de ultrasonido tomadas cuando los animales tenían un año son predictores adecuados del mérito de carcasa, pero tienen menores correlaciones que las medidas ultrasónicas tomadas previo a la faena (0.79 y 0.83, respectivamente).

En lo que respecta a las correlaciones alcanzadas, Robinson et al. (1992) y Herring et al. (1994 a) encontraron que la magnitud de la misma (0.90 y 0.72 respectivamente) puede ser influenciada por la manipulación de la carcasa (por daños a la capa externa de grasa), o bien por el recorte de grasa en exceso.

Al igual que para AOB otras estadísticas (Desvío standard residual, Error standard de la predicción, Diferencia promedio, Diferencia promedio absoluta, Raíz del cuadrado medio del error, Error standard de la desviación y CE: DPA/Valor de la característica de la carcasa) son calculadas como forma de determinar la exactitud del ultrasonido en la evaluación de las características de carcasa(ver cuadro n°5).

Cuadro n° 5 Exactitud en las determinaciones de EGS mediante ultras.

<i>Autor y año</i>	<i>Subestimación</i>	<i>Sobreestimación</i>	<i>Estadísticas calculadas</i>
Dicker et al. 1988			DSR①: -Sp: 1.3 -Sp: 1.1 (mm) -Vs: 1.0 -Vu: 1.2
Smith et al. 1990	> 1.5 cm	<1.0 cm	
Perkins et al. 1992 a	Para todos los animales		DP: - 0.01cm DPA= 0.19cm CE:20.6%
Perkins et al. 1992 b		Para todos los animales	ESP: 0.14 cm DP⑤: 0.10 cm CE ⑥:20.7%
Robinson et al. 1992	Para anim. con mucha grasa	Para anim. con poca grasa	ESP: 1.0mm
Smith et al. 1992	Anim. más gordos > 15mm	< 10mm	
Waldner et al. 1992	> 1cm		En el momento de > exactitud en la medición de EGS(16 meses) la DPA=0.13cm. DP= 0.03 cm
Eizmendi et al. 1993	Animales más gordos	Animales más magros	
Herring et al. 1994b	Anim. más gordos	Animales mas magros	RCME②:maq.1 0.3 cm maq.2 0.28 cm ESD③: Maq.1: 0.28 cm(promedio 3 técnicos) Maq.2: 0.26 cm
Hamlin et al. 1995 a			ESP④ =0.318

Hassen et al. 1996 a	Para el conj. de los animales, y en part. para los > 0.72	< 0.72	DP= -0.17 cm DPA= 0.28 cm CE= 25%
Greiner et al.1996		Para todos los animales	ESP=0.152cm DPA=0.102 cm DP=0.0254 cm
Crews et al. 1997 a		Para todos los animales	DP=0.254 mm

① DSR: Desvío standard residual

② RCME: Raíz del Cuadrado Medio del Error

③ ESD: error standard de la desviación

④ ESP: Error standard de predicción

⑤ DP: Diferencia promedio

⑥ CE: DPA/Valor de la característica de la carcasa

A partir de los resultados obtenidos por Dicker et al. (1988) y por Herring et al. (1994b) se puede ver que las diferencias entre equipos son mínimas, a pesar de lo cual Herring et al. afirman que la unidad Aloka 500V parece ser la mejor unidad para medir AOB y EGS, especialmente si el técnico no tiene experiencia.

Otro factor que se ha visto que afecta la exactitud de las determinaciones es la experiencia del técnico habiendo posiciones encontradas en torno a esto. Por un lado Hassen et al. (1996 a) y Waldner et al. (1992) plantean que aumentar la experiencia del operador en obtener imágenes no mejora la exactitud de las estimaciones del EGS. Por el contrario, Greiner et al. (1996) y Robinson et al. (1992), establecen que son necesarias experiencia y habilidad para producir resultados exactos, postulando estos últimos que es necesario un sistema de acreditación y entrenamiento.

Como se puede observar en el cuadro n°5, la mayoría de las investigaciones indican que aquellos animales con un mayor nivel de engrasamiento son generalmente subestimados por el ultrasonido, señalándose distintas razones para ello. Por un lado Robinson et al.(1992), señalan que esto puede ser debido a que dado que el sitio donde se determina el EGS es un área cóncava de la carcasa colgante, las capas de grasa pueden agruparse en este sitio, así como también se puede dar la expansión de las capas de grasa luego que se retira el cuero. Por otra parte Eizmendi et al. (1993) y Smith et al. (1992) concuerdan en indicar que esta tendencia puede ser causada por una mala interpretación

de las capas del tejido conectivo de los animales gordos, las que normalmente se desarrollan dentro de la grasa para producir soporte y rigidez cuando un animal incrementa su engrasamiento.

Como se puede observar en el cuadro n°5 la sobreestimación se da con igual frecuencia en los trabajos revisados para el conjunto de animales como para los animales flacos. En dos de los trabajos en los que se busca explicar esta tendencia (Eizmendi et al. 1993 y Robinson et al. 1992) se menciona que una de las posibles causas sería el daño que se produce en los depósitos grasos al separar el cuero de la carcasa, mientras que Brethour (1992, citado por Robinson et al. 1992) afirma que la sobreestimación podría deberse a la convención de tomar las medidas desde la base de la banda que indica el límite entre las capas de grasa y músculo, la cual es poco distinguible en animales más flacos.

Otro factor que se ha visto influye en la exactitud alcanzada es la edad a la cual se realiza la determinación mediante ultrasonido. Con respecto a ello, Waldner et al. (1992) al trabajar con 60 toros Brangus, encontraron al analizar la DP entre el EGSv 12/13 y el EGS de carcasa que había diferencias significativas entre las DP de los distintos periodos de escaneado, siendo que la estimación de EGS era más exacta a los 16 meses ($P < 0.05$), siendo éste el único mes en el cual la DP no era significativamente diferente de 0. En este mismo trabajo, al analizarse las diferencias absolutas entre las medidas de carcasa y las de ultrasonido, se observó que todos los meses eran significativamente diferentes de 0. Es a raíz de estos resultados que los autores afirman que el ultrasonido puede ser empleado para estimar con exactitud el EGS promedio de un grupo de toros a los 16 meses de edad, pero que la medida de un único toro puede ser inexacta.

En lo que respecta a la influencia del tipo racial en la exactitud de la determinación mediante ultrasonido, Faulkner et al. (1990) al trabajar con tres grupos de animales que comprendía varias razas, sexos y pesos⁴, encontraron que ninguno de los tres factores mencionados anteriormente influenciaban significativamente la exactitud de la estimación ultrasónica

⁴ 11 novillos y 16 vaquillonas Simmental, 43 novillos y 56 vaquillonas Charolais, Salers, Shorthorn y Longhorn y otro 45 animales mas.

de EGS. Por el contrario, Perkins et al. (1992 b) al trabajar con 36 novillos que representaban 4 tipos raciales (Brown Swiss, Cruza Cebú-Mejicana, Corriente y cruza Británicas), encontraron que la DPA era significativamente diferentes para los distintos grupos, concluyendo que existen diferencias en cuanto a los errores de predicción ultrasónica de acuerdo a la raza.

2.3.2.2 Precisión en la determinación del EGS de la carcasa a partir del ultrasonido

En el siguiente cuadro se presentan la distribución de frecuencia y otros indicadores de precisión hallados en la bibliografía.

Cuadro n° 6 Precisión en las determinaciones de EGS mediante ultrasonido

Autor y año	% de obs. dentro de ± 2.54 mm	Observaciones
Dicker et al. 1988		77% de las estimaciones de ultr están dentro de 1mm de la medida de carcasa
Faulkner et al. 1990		72% de las medidas de ultr están dentro de ± 0.2 cm de la medida de la carcasa
Smith et al. 1990	62% para todos anim. <1.27 cm de EGS: 76% >1.27 cm de EGS: 51%	
Perkins et al. 1992 a	70%	Más preciso en ganado con menos engrasamiento
Perkins et al. 1992b	Técnico 1: 78% Técnico 2: 67 %	
Smith et al. 1992	Ex1 74% todos anim. Ex2 62% todos anim. Ex1 <12.7mm EGS=82% >12.7mm EGS=67% Ex2 <12.7mm EGS=76% >12.7mm EGS=51%	
Waldner et al. 1992		Para el 99% de los casos las obs. de ultr van a estar dentro de -0.13 y +0.39mm del EGS actual de la carcasa
Hassen et al. 1996 a	52%	

La conclusión que se deriva del cuadro n°6 es que el ultrasonido es más preciso en estimar el EGS de la carcasa en animales con un menor engrasamiento en la 12°costilla. De acuerdo a Perkins et al. (1992 a) esto es probablemente debido a una mala interpretación de los depósitos grasos en el ganado más gordo, así como al nivel de presión aplicado al transductor sobre el animal por el técnico o bien a las diferencias en las medidas de grasa que se sabe existen entre los animales parados y las carcasas.

2.3.3 Marmoreado

2.3.3.1 Exactitud en la determinación del marmoreado de carcasa a partir del ultrasonido

La estimación del marmoreado de la carcasa mediante ultrasonido se desarrolló en una primera etapa a partir de la apreciación visual de la imagen, y en una etapa posterior se introdujeron sistemas automatizados de interpretación de la imagen (software específico) en busca de una mayor objetividad de los resultados. A continuación se presenta un resumen de la literatura revisada al respecto.

Cuadro n° 7 Correlación entre Marmoreado de carcasa y ultrasonido

<u>Autor y año</u>	<u>Equipo</u>	<u>Categoría animal</u>	<u>N°</u>	<u>Localización</u>	<u>Correlación marmoreado</u>
Brethour, 1990	Aloka 210DX	Todos los sexos	619		0.5(prom.14 grupos) entre el score de moteado ultr. y score de marmoreado
Eizmendi et al. 1993	Aloka 210DX	Novillos 3/4 Angus o Hereford y 1/4 Brahman	40	Marmoreado se midió sobre AOB en 12/13	R ult=-0.04 con EE:① R ult = -0.07 con score marmoreado
Liu et al. 1993	Aloka 500 V	Novillos	Exp. 1=15 Exp2 =45	Longissimus Dorsi 12/13 costillas	Exp. 1=0.822 con score de marmoreado Exp2=0.206 (a partir del estudio de la autocorrelación del moteado ultras.)

Brethour 1994 (citado por Herring et al. 1998)	Software CPEC ^②			Se determinó con ultrasonido score de marmoreado	0.73 con score de marmoreado de la carcasa
Izquierdo et. al. 1996 (citado por Herring et al. 1998)	Software CVIS ^③			Se determinó con ultrasonido el porcentaje de EE	0.60 con porcentaje de EE de la carcasa
Kriese 1996 (citado por Herring et al. 1998)	Software CVIS CPEC			CVIS= se determinó % de EE CPEC= se determinó score de marmoreado	CVIS=0.34-0.49 con %EE =0.57-0.64 con score de marmoreado CPEC=0.72 con % EE = 0.75 con Score de marmoreado
Herring et al. 1998	Software: 1)AUS ^④ 2)CPEC 3)CVIS 4)PIE ^⑤	Novillos cruza (Angus, Hereford, Simmental, Brahman)	81	Procedimiento de análisis de imagen en el Longissimus Dorsi (% de extracto etéreo)	Correlaciones con score marb. carcasa AUS=0.26 CPEC=0.685 CVIS=0.74 PIE=0.39 Correlaciones con % E.E. AUS=0.23 CPEC=0.535 CVIS=0.61 PIE=0.31

① EE: extracto etéreo

② CPEC: software desarrollado por la Universidad del estado de Kansas

③ CVIS: software desarrollado por la Universidad de Iowa

④ AUS: Animal Ultrasound Service

⑤ PIE :Classic Ultrasound Equipment

Se puede apreciar en el cuadro n°7 que el análisis computarizado de la imagen puede alcanzar altas correlaciones con el marmoreado de la carcasa determinado visualmente por un técnico del departamento de Agricultura de los E.E.U.U., mientras que analizando visualmente la imagen se alcanzan correlaciones moderadas. Conforme a Herring et al. (1998) la magnitud de la correlación alcanzada es altamente dependiente del software utilizado, conclusión a la que llegaron al comparar 4 software distintos (CPEC desarrollado por la Universidad del estado de Kansas, CVIS desarrollado por la Universidad de Iowa, AUS Animal Ultrasound Service y PIE Classic Ultrasound Equipment), siendo dos de ellos (CPEC y CVIS) los más exactos en determinar la grasa intramuscular.

Otro aspecto a tener en cuenta es la manera por medio de la cual se

determina el nivel de marmoreado de la carcasa. En el trabajo citado anteriormente (Herring et al. 1998), se comprobó que existían discrepancias en el nivel de marmoreado de la carcasa según si este era determinado mediante un análisis de extracto etéreo (EE) de una muestra obtenida del Longissimus Dorsi, o si se determinaba en función del score visual de marmoreado de la carcasa. Esto determinó que en dicho estudio se obtuvieron distintas correlaciones con marmoreado de la carcasa en función de si este se determinaba a partir de EE ($r=0.23, 0.54, 0.61, 0.31$ con AUS, CPEC, CVIS y PIE, respectivamente) o de score de marmoreado ($r= 0.26, 0.69, 0.74$ y 0.39 , con AUS, CPEC, CVIS y PIE, respectivamente), siendo las primeras generalmente más bajas que las segundas.

Asimismo los autores observaron una tendencia a estimar con mayor exactitud el nivel de marmoreado de la carcasa en aquellos animales que presentaban un menor nivel de grasa intramuscular (ver cuadro n°8).

Cuadro n° 8 Exactitud en las determinaciones de Marmoreado mediante ultrasonido

<u>Autor y año</u>	<u>Sobrestima</u>	<u>Subestima</u>	<u>Otras formas de expresión</u>					
Herring et al 1998	AUS, CVIS y PIE sobreestiman el score marmoreado	CPEC subestima EE	SOFTWARE					
				AUS		CPEC	CVIS	PIE
			Extracto Etéreo	RCME ①	2.4	2.6	1.8	2.7
				DP ②	0.2	-1.6	-0.3	-0.1
				ESP ③	2.4	1.9	1.8	2.7
			Score de Marmoreado del USDA					
				RCME	2.1	-1.0	-1.3	2.5
				DP	1.5	-0.3	1.04	1.3
	ESP	1.5	0.8	0.88	2.2			
Brethour 1990			Clasif. de exactitud de los 14 gpos. va desde 53% a 94% y para todo el estudio fue 70.4%					

①RCME: Raíz del cuadrado medio del error.

②DP: Diferencia promedio.

③ESP: Error standard de predicción.

Son varios los factores que influyen en la calidad de la imagen obtenida, y por tanto en la exactitud de la determinación mediante

ultrasonido del nivel de marmoreado en la carcasa. Dentro de estos factores se encuentran:

1) La distribución del marmoreado a lo largo del Longissimus Dorsi es irregular, esto hace que la determinación del nivel de marmoreado a partir de una única imagen puede no resultar representativa (Brethour 1990),

2) el contacto entre el transductor y el cuero del animal afectado por factores tales como el espesor del pelo, aceite y la presión ejercida por la mano del operador, influyen en la intensidad de la imagen como también en la calidad de la misma (Liu et al. 1993),

3) los vasos sanguíneos y el tejido conectivo también son dispersores de las ondas ultrasónicas, pudiendo ser interpretados como marmoreado (Liu et al 1993).

2.3.4 P8

2.3.4.1 Exactitud y precisión en la determinación del P8 de carcasa a partir del ultrasonido

En el siguiente cuadro se presentan los valores reportados en la literatura con respecto a la correlación encontrada entre el P8 determinado mediante ultrasonido y el P8 determinado en la carcasa.

Cuadro n° 9 Correlación entre P8 de carcasa y ultrasonido

<u>Autor y año</u>	<u>Equipo</u>	<u>Categoría animal</u>	<u>Nº</u>	<u>Localización</u>	<u>Correlación P8</u>
Dicker et al. 1988	a) Scanoprobe II (Ithaco Inc NY) 2Mhz b) Vetscan RTU 13.5 Mhz c) Vu 300 RTU (5Mhz)	Novillos (1 año)	164	cuadril	a1) 0.88 a2) 0.51 b) 0.46 c) 0.41
Robinson et al. 1992			30	cuadril	0.92
Wallace et al. 1977 (citado por Williams 1995)		Novillos Angus y Hereford		cuadril	0.74
Miller et al. 1986 (citado por Williams 1995)		Terneros, novillitos, novillos y vacas	50	cuadril	0.76

En todos los trabajos consultados (Dicker et al. 1988, Robinson et al. 1992, Wallace et al. 1977 y Miller et al. 1986 citados por Williams 1995) se obtuvieron altas correlaciones entre P8 ultrasónico y su respectivo valor de carcasa excepto en la investigación llevada a cabo por Dicker et al. (1988), donde la asociación entre las variables fue moderada en el segundo experimento realizado. Los autores plantean que estas bajas correlaciones obtenidas son producto o bien de un menor número de novillos, o de un estrecho rango de espesor de grasa subcutánea en el cuadril, o posiblemente de un operador menos experimentado que el que realizó las determinaciones en el primero de los experimentos del trabajo.

En coincidencia con lo planteado por Dicker et al. (1988), Robinson et al. (1992) afirman que es necesario un considerable nivel de experiencia para producir resultados exactos, así como un efectivo entrenamiento y un sistema de acreditación para los técnicos.

Como se puede notar en el siguiente cuadro, tanto en el ensayo de Dicker et al (1988) como en el de Robinson et al. (1992), el ultrasonido sobreestimaba el espesor de grasa en el cuadril.

Cuadro n° 10 Exactitud y precisión en las determinaciones de P8 mediante ultrasonido

<u>Autores</u>	<u>Sobrestima</u>	<u>Subestima</u>	<u>% de obs. dentro de...</u>	<u>Otras formas de expresión</u>
Robinson et al. 1992	En gral. para el conjunto de animales			ESP ¹ = 0.91 mm
Dicker et al. 1988	Para los tres sistemas		52% $\pm$ 1 mm (para los tres equipos) 60% excede medida de carcasa en 5mm	DSR ² Exp. 1: Sp= 1.4 Exp2 Sp= 2.5 Vs= 2.2 Vu= 2.3

¹ ESP: error standard de predicción

² DSR: desvío standard residual

Los autores plantean diversas causales para explicar sus hallazgos:

- 1) daños en el tejido adiposo al retirar el cuero,

- 2) elección errónea del sitio de medida del P8 en la carcasa,
- 3) compresión de las capas de grasa y deslizamiento de las mismas de la posición del P8 en la carcasa colgante debido a la convexidad del sitio.

2.4 PREDICCIÓN DE PRODUCTO VENDIBLE

Como se mencionó anteriormente, se han suscitado cambios en el mercado de los consumidores que han llevado a la industria a orientar su producción de modo de lograr satisfacer las demandas de éstos. En otras palabras el sector cárnico está dejando de producir carne en el gancho para producir alimentos diferenciados (de Mattos y Brito, 1998).

En este contexto, la predicción de la composición de la carcasa (como porcentaje de músculo, hueso y grasa) y del rendimiento comercial de la misma cobra cada vez mayor importancia.

Para alcanzar este objetivo se han evaluado diversas variables a ser usadas como predictores:

- 1- Peso vivo
- 2- Peso de la carcasa y rendimiento en segunda balanza.
- 3- Sistemas de clasificación de las reses.
- 4- Ultrasonido (EGS, AOB, Marmoreado y P8).

Es importante señalar que, si bien la variable producto vendible es determinada de diferentes maneras en las distintas investigaciones consultadas, en la mayoría de ellas los cortes de mayor valor económico tienen un peso importante en la definición de lo que es producto vendible.

2.4.1 Peso vivo

A nivel de nuestro país la importancia del peso vivo es mucha, dado que la mayoría de las haciendas se comercializa en base a éste y un menor número de animales se vende en función del peso de la res.

Se considera por parte de los investigadores que los procesos de crecimiento y desarrollo son más dependientes del peso que de la edad de la faena, por lo que sería lógico suponer que animales con pesos vivos similares pueden tener reses más homogéneas en composición que aquellos con edades iguales y pesos diferentes (Cianzio, 1972). El mismo autor señala que esto es correcto en términos muy generales, cumpliéndose fundamentalmente en animales de la misma raza, sexo y edad similar que han sido manejados en las mismas condiciones.

Al mismo tiempo, Cianzio(1972) afirmó que a las plantas frigoríficas llegan animales de muy distinta procedencia, raza, sexo y manejo, que aunque hayan sido faenados al mismo peso vivo no necesariamente presentan peso y composición de reses similares.

Johnson (1998) indicó que si bien la venta en base al peso vivo es una mejoría con respecto al antiguo sistema de comercialización por cabeza, éste es un pobre indicador de la productividad de carne de la carcasa.

Los estudios llevados a cabo por Herring et al. (1994 a), Hamlin et al. (1995 b), Greiner et al. (1996), Williams et al. (1997), Caravia y Gonzalez (1998) y Hassen et al. (1999) (ver cuadro n° 11 y anexo n°9), confirman que efectivamente el peso vivo está alta y positivamente asociado con el peso de producto vendible ($r= 0.42$ a 0.97). En la mayoría de los trabajos (Greiner et al. 1996, Caravia y González 1998, Williams et al. 1997, Herring et al. 1994a, Hassen et al. 1999) el peso vivo es la variable registrada en el animal vivo que esta más estrechamente asociada con kilogramos de producto vendible ($r= 0.84$, 0.97 , 0.913 , 0.804 y 0.73 , respectivamente); mientras que su asociación con el porcentaje de producto vendible es baja y generalmente negativa (desde -0.022 a -0.424).

Cuadro n° 11 Correlación del peso vivo con rendimiento en cortes vendibles y peso de carcasa

<u>Autor y año</u>	<u>Categoría y n° animales</u>	<u>Kg. Producto vendible</u>	<u>Porcentaje de prod. vendible</u>	<u>Peso de carcasa</u>
Faulkner et al. 1990 a	47 vacas Hereford-Angus	-0.42	0.93	0.96
Waldner et al. 1992	60 toros Brangus			0.91
Herring et al. 1994a b	44 novillos Brangus	0.804	-0.424	
Hamlin et al. 1995b c	180 novillos	0.91		
Greiner et al. 1996 d	282 novillos	0.84	-0.28	
Williams et al. 1997 e	198 animales	0.913	-0.022 no significativo	
Caravia y González 1998 f	40 vacas	0.97		
Hassen et al. 1999 g	970 novillos y toros	0.73	-0.18	0.75

^a Kg. y porcentaje de prod. vendible son definidos como Kg o porcentaje de tejido magro

^b Se define producto vendible como la suma de los cortes **round** (corte con hueso del cuarto trasero compuesto por nalga de adentro, nalga de afuera, bola de lomo, tortuga y garrón), **loin** (corte con hueso del cuarto trasero compuesto por lomo, bife angosto, cuadril con colita y porción del vacío), **rib** (corte con hueso del delantero entre la 5ª y la 12ª vértebras torácicas, incluyendo una porción del asado), **chuck** (corte con hueso del cuarto delantero que tiene como base ósea las 7 vértebras cervicales, las primeras 5 torácicas, la escápula, el húmero y una porción de las 5 primeras costillas), a los cuales se les recorta la grasa en exceso sobre 0,32 cm.

^c Se define producto vendible como la suma de los cortes **round**, **loin**, **rib**, **chuck**, **plate** (la porción del asado que no queda incluida en el rib), **flank** (la porción del vacío que no queda incluida en el loin), **brisket** (pecho), **shank** (garrón/brazuelo) a los cuales se les recorta la grasa en exceso sobre 0,80 cm

^d Producto vendible se calculó a partir de cortes deshuesados que tenían .76 cm de grasa

^e Se define kilogramos de producto vendible como la suma de los cortes **round**, **loin**, **rib**, **chuck**, **plate**, **flank**, **brisket** plus **shank**, deshuesados y con 0,32 cm de grasa, más el recorte magro ajustado de los mismos.

^f Kg. de producto vendible es definido como el peso de los 6 cortes de la pistola (lomo, bife, cuadril, nalga de adentro y afuera, y bola de lomo).

^g Kg. de producto vendible se calculó según fórmula de BIF(1996); Porcentaje de prod. vendible se calculó según fórmula de Epley (1970).

Cianzio (1972) y Berg y Butterfield (1976) afirman que la utilidad del peso vivo está condicionada a su capacidad de predecir con exactitud el peso de la canal en primer lugar, y después la porción comestible de la canal; siendo las condiciones previas a la pesada (período de restricción de alimento y/o agua) las que al afectar el contenido del tracto digestivo, más pueden influenciar el valor del peso vivo como predictor del peso de la res (ver figura n°2).

En la figura n°2 se puede apreciar los componentes que diferencian el peso vivo del peso de la res, y que por lo tanto influyen en el poder predictivo del primero con respecto al segundo. A este respecto, Di Marco (1993, citado por Aicardi et al. 1996) plantea que las vísceras, los órganos y la grasa visceral constituyen lo que se denomina el residuo blando de la canal, siendo su magnitud afectada por factores tales como la raza, la edad y el nivel de alimentación. Este mismo autor plantea que, en las razas que define como grandes el residuo blando representa un 14.6 % del peso vivo, mientras que en las razas chicas este valor representa un 15%. Asimismo, el peso del cuero, las patas, las manos y la cabeza, constituyen el residuo duro siendo de un 15 a un 17% del peso vivo. El residuo duro se ve afectado por los tres mismos factores que se mencionaron para el residuo blando: los animales alimentados a forrajes y los animales jóvenes presentan una mayor proporción de residuo duro.

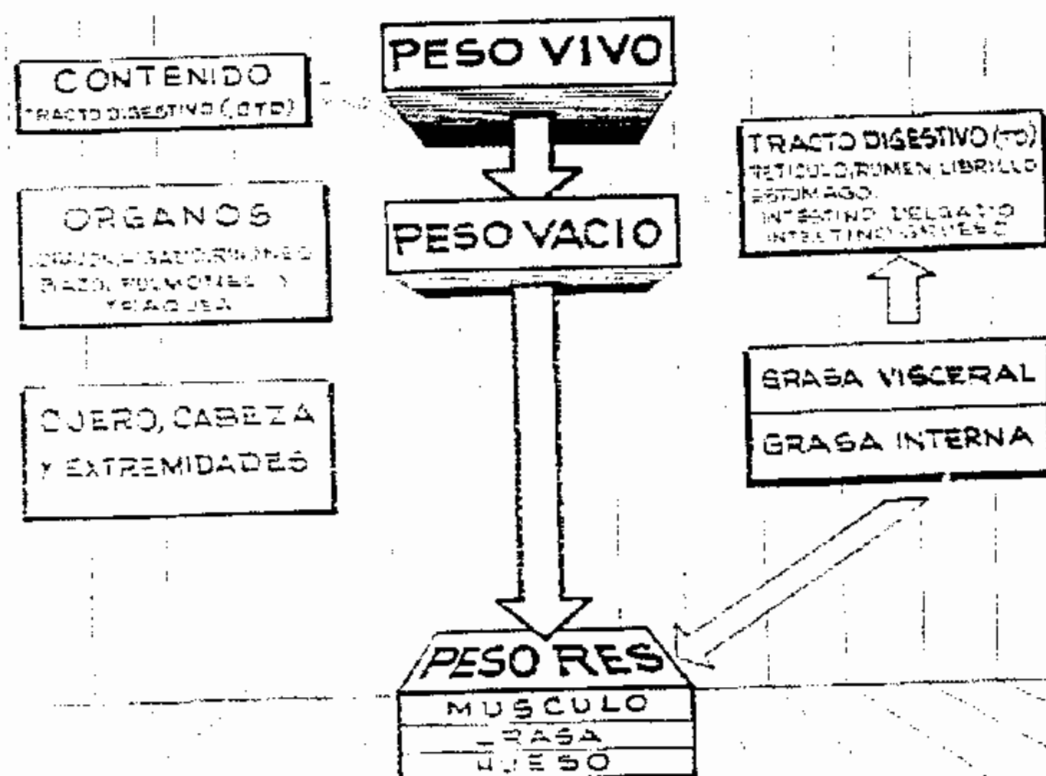


Figura 2 El peso vivo de un vacuno y sus componentes

2.4.2 Peso de la carcasa y rendimiento en segunda balanza

Al igual que para peso vivo, es importante aclarar que, para hacer comparaciones correctas, es necesario una estandarización de la forma de determinar el peso de la res, ya que ésta puede ser definida de varias maneras: fría o caliente, lavada o seca, etc. (Berg y Butterfield 1976).

Cianzio en 1972 planteó que el peso de la res tiene gran importancia comercial dado que las remuneraciones giran alrededor de él, tanto en la venta al frigorífico como en la venta posterior a las carnicerías. El autor sostiene además que si bien el peso de la res está estrechamente asociado con los kilogramos de tejido constituyente (músculo, grasa y hueso), tiene escaso valor predictivo de la composición expresada en porcentaje.

Con respecto a la predicción de peso de producto vendible, estas afirmaciones han sido respaldadas por los posteriores trabajos de investigación, los cuales corroboran que la asociación de peso de carcasa es generalmente alta con kilogramos de producto vendible ($r=0.73$ a 0.92 si exceptuamos el trabajo de Faulkner); mientras que la correlación con porcentaje de producto vendible, si bien es en la mayoría de los casos negativa, los valores que alcanza son muy disímiles (ver cuadro n°12).

Cuadro n° 12 Correlación entre peso de carcasa y el rendimiento en cortes vendibles

<u>Autor y año</u>	<u>Categoría y n° animales</u>	<u>Peso de producto vendible</u>	<u>Porcentaje de prod. vendible</u>
Epley et al. 1970 a	199 carcasas	TRC =0.92 PRC=0.92	TRC =-0.70 PRC =-0.72
Cross et al. 1973 b	82 novillos	0.88	-0.47
Faulkner et al. 1990	47 vacas Hereford-Angus	-0.53	0.93
Herring et al. 1994a	44 novillos Brangus	0.894	-0.321
Greiner et al. 1996	282 novillos	0.87	-0.24
Williams et al. 1997	198 animales	0.899	-0.118
Wilson 1997 c	25539 novillos y vaquillonas Angus		R gen. =-0.21 R fen. =-0.27

a Se define producto vendible de 2 maneras: 1) TRC, incluye round, loin, rib, chuck, brisket, shank, plate y flank más los recortes magros de los mismos. 2) PRC, incluye round, loin, rib, chuck, más los recortes magros de los mismos

b Producto vendible está constituido por los cortes round, chuck, loin y rib (s/ hueso y recortados por exceso de grasa)

c Se calcula Porcentaje de producto vendible según la fórmula: $PPV = 65.69 - 9.931 * EGS$
 $carc. (pulgadas) + 1.2259 * AOB (pulgadas^2) - 0.013166 * Peso \text{ de carcasa (lbs)} - 1.29 * KPH \text{ carc. (\%)}$

Marques (1996, citado por Caravia y González en 1998) sostiene que el peso de la canal se relaciona no sólo con la cantidad de carne desosada y con el tamaño de los cortes y músculos, sino que además las canales más pesadas reducen el trabajo y otros costos por unidad de producto.

Indudablemente la transición de un sistema de pago por peso vivo a un sistema de pago en base al peso de la carcasa es un adelanto, pero no es un parámetro totalmente eficiente para evaluar el valor del ganado, dado que dos reses del mismo peso pueden tener diferente contenido de músculo y grasa, por lo que a nivel del minorista y/o consumidor el valor de ambas reses puede ser muy distinto (Cianzio 1972, Johnson 1998).

Otra medida que normalmente se toma a nivel de frigorífico, es la relación expresada en porcentaje entre el peso de la res y el peso vivo previo a la faena, lo que se conoce como rendimiento en segunda balanza.

Cabe aclarar que existen variaciones en la forma de definir rendimiento en segunda balanza en los distintos países. El primer factor que puede afectar el rendimiento en segunda balanza son las condiciones previas a la pesada, como son el período de restricción de alimentos o agua, la distancia del establecimiento al frigorífico, etc. Asimismo, la canal comercial puede tener o no riñón, grasa de la riñonada, grasa de la pelvis, grasa escrotal, grasa de la ubre y parte de la musculatura del diafragma y de la cola (Berg y Butterfield 1976); así como puede ser pesada fría o caliente, lavada o seca, etc.. Es a raíz de todos estos factores mencionados, que para que el rendimiento en segunda balanza sea una variable útil para la predicción del peso y porcentaje de producto vendible, las condiciones de pesada en vivo y en la canal, y los

procedimientos de faena deben ser definidos con precisión (Berg y Butterfield 1976).

Numerosos factores afectan el rendimiento en segunda balanza alcanzado entre los que se encuentran:

1) **Peso vivo:** a medida que aumenta el peso vivo del animal también lo hace el rendimiento en segunda balanza (Cianzio 1972, Berg y Butterfield 1976, Kirton y Morris 1989). A este respecto, Cianzio (1972) sostiene que en la medida que los animales crecen aumenta el rendimiento en segunda balanza por un mayor desarrollo relativo de las regiones que componen la res respecto a las que se eliminan en el proceso de faena (cabeza, extremidades y órganos), por la deposición de músculo y fundamentalmente por la deposición de grasa. Asimismo en el estudio en el cual se basan Berg y Butterfield (1976) para realizar sus afirmaciones, se constata que el aumento de peso vivo se da conjuntamente con el aumento del espesor de grasa subcutánea.

2) **Grado de engrasamiento:** cuanto mayor es el grado de engrasamiento mayor es el rendimiento en segunda balanza de la canal dentro de una raza dada y para el mismo sexo (Berg y Butterfield 1976, Franco com. pers., Cianzio 1972, Johnson 1998, Kirton y Morris 1989). Berg y Butterfield (1976) y Johnson (1998) señalan que esto se debe a una mayor cantidad de grasa que es depositada en la canal en comparación con las partes que no constituyen la canal.

3) **Sexo:** los toros tienden a tener un mayor rendimiento en segunda balanza que los novillos y éstos a su vez un rendimiento en segunda balanza mayor o igual que las hembras (Kirton y Morris 1989 y Franco 1997). Marques (1996, citado por Caravia y González 1998), afirma que las hembras presentan un rendimiento en segunda balanza de canal inferior a los machos para igual peso vivo vacío.

4) **Genotipo:** algunos trabajos (Kirton y Morris 1989, Johnson 1998, Franco com. pers.) han indicado que la progenie de

toros continentales tendría un mayor rendimiento en segunda balanza que la de las razas británicas, lo cual indicaría que con alta muscularidad y bajos niveles de engrasamiento se pueden alcanzar rendimientos en segunda balanza tan altos como con altos niveles de engrasamiento.

5) Alimentación: animales alimentados con altos niveles de concentrado tienden a presentar un mayor rendimiento en segunda balanza que aquellos alimentados en base a forrajes, debido a que tienen un menor desarrollo del tracto gastrointestinal (Berg y Butterfield 1976, Kirton y Morris 1989, Franco com. pers., Caravia y González 1998, Johnson 1998, Aicairdi et al. 1996).

Como se indicó anteriormente, una de las limitantes del empleo del rendimiento en segunda balanza para determinar el valor de un animal es que animales con un alto nivel de engrasamiento alcanzarán altos rendimientos en segunda balanza, lo cual puede llevar, en un sistema que premie el rendimiento en segunda balanza, a la producción de animales altamente engrasados con bajos rendimientos cárnicos (Cianzio 1972, Johnson 1998).

Cianzio (1972) añadió que otra limitante del rendimiento en segunda balanza, y no por ello menos importante, es que si bien éste es útil en la medida que expresa rápidamente la proporción del animal vivo que es aprovechable como res, dice muy poco de la composición de la misma y nada de la calidad de carne, por lo que no tendría valor para determinar el mérito de carcasa.

Por último, Berg y Butterfield (1976) concluyeron que, basados en los conocimientos que poseían, el peso vivo, el peso de la canal y el rendimiento en segunda balanza constituyen descripciones inadecuadas del valor de un animal productor de carne.

2.4.3 Sistema de Clasificación y Tipificación de Reses

En nuestro país la evaluación de las reses vacunas se lleva a cabo por medio del Sistema Oficial de Clasificación y Tipificación de Carne Vacuna desarrollada por el Instituto Nacional de Carnes y ejecutado por el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (ver anexo nº10).

En este sistema se define clasificación como la catalogación de reses en diferentes categorías según sexo y edad, y dentro de las mismas su identificación y ordenamiento en base a la tipificación.

A su vez se define tipificación como la catalogación de las reses integrantes de una misma categoría por tipos, a través de la evaluación de su conformación (relación carne-hueso) y su terminación (relación carne-grasa)(INAC 1982).

Para la categoría novillo se definen seis grados de conformación (I.N.A.C.U.R.) siendo las reses tipo I las consideradas como de mejor conformación y las R de peor conformación; a su vez dentro de la terminación se establecen 5 grados (0 al 4), correspondiendo el número 0 a las carcasas totalmente magras y 4 a las excesivamente engrasadas.

Caravia y Gonzalez (1998) al trabajar con 37 vacas Hereford y Cebú, constataron que al aumentar el grado de conformación aumento el peso de la canal y el peso del cuarto trasero (con una $p < 0.0001$).

Discrepando con este concepto, Cianzaio (1972), manifiesta que la conformación no es de gran ayuda para clasificar a las reses en base a sus méritos reales (proporción de cortes valiosos, distribución muscular, etc.), ya que cuando se eliminan los factores disturbantes como son el peso de la carcasa y el contenido de grasa, las diferencias en las características de la res debidas a las diferentes conformaciones son mínimas.

Asimismo, Cianzaio (1972) plantea que el sistema es una forma de evaluación subjetiva, y como tal está sujeto a los errores comunes a dicho método.

Cianzio (1972) y Cabrero (1991 citado por Caravia y González 1998) son coincidentes al afirmar que existe una fuerte asociación entre el grado de conformación y el nivel de engrasamiento: la mejora en la conformación lleva aparejada un aumento en el nivel de engrasamiento y por lo tanto una disminución en la proporción de cortes de mayor valor. A este respecto, Johnson (1998) afirma que la mejor conformación es frecuentemente asociada a un menor porcentaje de producto vendible debido a los altos depósitos de grasa que son la fuente del mejor grado de conformación llevando a altos recortes de grasa en la carcasa, lo que se ilustra en el cuadro n° 13.

Cuadro n° 13 Relación de la conformación del cuarto trasero con su composición en 40 carcasas de novillos australianos.

Características anatómicas	Grado de conformación ①			R2
	C	D	E	
Grasa total (%)	15.2	12.0	12.2	0.21**
Músculo total (%)	67.4	69.2	68.5	0.08 n.s.
Hueso total (%)	14.8	15.9	16.5	0.12 n.s.

** $p < 0.01$

n.s.: no significativo

① Escala de conformación A-E, siendo A la carcasa de mejor conformación y E la de peor conformación.

(Adaptado de Johnson 1998)

Cianzio en 1972 postuló que si existiera entre la conformación de distintos animales una amplia variación el método cobraría una mayor importancia relativa en la determinación del valor de la carcasa.

Johnson (1998) afirma que en las carcasas de tipo continental a las que se les asigna un mejor grado de conformación, esta mejor conformación es usualmente atribuible a una mayor muscularidad, siendo el incremento en el rendimiento en cortes vendibles debido al componente muscular; lo que lo lleva a afirmar que la relación entre la conformación y el producto vendible varía con el tipo racial. Asimismo, Kirton y Morris (1989) manifiestan que en el caso de las razas y las

cruzas de mayor muscularidad ésta puede ser reconocida visualmente, lo que provee una justificación para la inclusión de la conformación en algunos sistemas de clasificación de carcasa. Conjuntamente afirman que, independientemente de si la conformación está relacionada al rendimiento cárnico, su inclusión en la selección de animales puede ser justificada donde el mercado este preparado para pagar un mayor precio por animales de una forma particular.

Por último, Ciazio (1972) planteó que el método se adecua a la rutina de trabajo del frigorífico, donde el número de carcasas es elevado y la disponibilidad de tiempo es escasa.

2.4.4 Características de la carcasa que son estimadas mediante ultrasonido

En pos de alcanzar una mayor objetividad en la evaluación de las carcasas, es que se comenzaron a medir las siguientes características en las reses: AOB, EGS, Marmoreado y P8 (Eizmendi et al. 1993, Greiner et al. 1996 Williams et al. 1997).

En una primera instancia estas características se evaluaron directamente en la carcasa a nivel del frigorífico, luego con la introducción del ultrasonido pasaron a ser medidas en el animal vivo (Houghton y Turlington 1992, Perkins et al. 1992 a, Eizmendi et al. 1993, Hamlin et al. 1995 a Greiner et al. 1996, Caron y Kemp 1997).

A continuación se analizará la asociación reportada por los distintos investigadores entre las características mencionadas y rendimiento en cortes de la res.

2.4.4.1 AOB

Como se observa en el cuadro n° 14, independientemente de la variable, las correlaciones en base a AOB medida en la carcasa son más altas que las basadas en medidas ultrasónicas. Greiner et al. (1997)

sostienen que esto es debido en parte al sesgo que está implícito en las medidas de ultrasonido. Esta posición no es compartida por Herring et al. (1994 a) quienes obtuvieron una mayor correlación con peso de producto vendible para AOB ultrasónico con respecto a AOB de carcasa, lo cual según los autores es debido a que el primero puede ser un modo más exacto de estimar el AOB real que el AOB de carcasa porque este último puede estar distorsionado por el ángulo de corte y las diferentes presiones corporales.

Cuadro n° 14 Correlación del AOB con rendimiento en cortes vendibles y peso de carcasa

<u>Autor y año</u>	<u>N° animales y categoría</u>	<u>Equipo</u>	<u>Peso carc.</u>	<u>Peso Prod. vendible</u>	<u>Porcentaje de prod. vendible</u>
Epley et al. 1970	199 carcasas			TRC =0.57 PRC=0.56 con AOB carcasa	TRC n.s. PRC n.s. con AOB carcasa
Cross et al. 1973	82 novillos			0.77 con AOB carcasa	0.30 con AOB carcasa
May et al. 1989 a	234 novillos	Aloka 210 DX	0.61 con AOB ultras		-0.04 con AOB ultras.
Faulkner et al. 1990	47 vacas Hereford-Angus	Johnson y Johnson Ultras.		0.41 con AOB carc.	0.75 con AOB carc.
Waldner et al. 1992	66 toros Brangus	Aloka 210 DX Equisonics LS 300A	0.52 con AOB carc. 0.58 con AOB ultras.		
Herring et al. 1994a	44 novillos Hereford-Brangus	Aloka 500V		0.447 con AOB carc. 0.574 con AOB ultras.	0.372 con AOB carc. 0.134 con AOB ultras.
Hamlin et al. 1995b b	180 novillos	Aloka 500V	0.38 con AOB carc. 0.49 con AOB ultras.	RPD8 =0.62 con AOB carc. RPD8 =0.48 con AOB ultras. RPD0 =0.64 con AOB carc. RPD8 =0.46 con AOB ultras.	RPD8P =0.34 con AOB carc. RPD8P =-0.13 con AOB ultras. RPD0P =-0.36 con AOB carc. RPD8 =-0.12 con AOB ultras.
Greiner et al. 1996	282 novillos	Aloka 500V		0.66 con AOB carc. 0.61 con AOB ultras.	0.38 con AOB carc. 0.27 con AOB ultras.

<u>Autor y año</u>	<u>Nº animales y categoría</u>	<u>Equipo</u>	<u>Peso carc.</u>	<u>Peso Prod. vendible</u>	<u>Porcentaje de prod. vendible</u>
Hassen et al 1997 b	1072 animales	Aloka 500V	0.44 con AOB ultras.	0.48 con AOB ultras.	0.09 con AOB ultras.
Williams et al. 1997	198 novillos	Aloka 500V		0.505 con AOB carc. 0.483 con AOB ultras.	0.089 con AOB carc. 0.002 con AOB ultras.
Wilson 1997	25539 novillos y vaquillonas Angus		R gen. =0.49 con AOB carc. R fen. =0.40 con AOB carc.		R gen. =0.52 con AOB carc. R fen. =0.53 con AOB carc.
Caravia y González 1998	40 vacas Hereford y Hereford- Cebú	Aloka 500V		0.78 con AOB ultras.	
Hassen et al. 1999	970 novillos y toros	Aloka 500V	0.31 con AOB ultras.	0.35 con AOB ultras.	0.15 con AOB ultras.

a Producto vendible se calculó a partir de cortes que tenían .76 cm de grasa, excepto para *tenderloin* (lomo) y *knuckle* (bola de lomo) a los cuales se les removió toda la grasa.

^b Se define producto vendible como la suma de los cortes round, loin, rib, chuck, plate, flank, brisket plus shank a los cuales se les recorta la grasa en exceso sobre 0,80 cm (RPD8) o se les quita en su totalidad (RPD0)

c Para el calculo de las variables se emplearon ecuaciones de Crouse y Dikeman (1976)

Como se puede observar en el cuadro n°14, la asociación existente entre el AOB ultrasónico y/o de carcasa con peso del producto vendible es moderada, mientras que con porcentaje de producto vendible es de moderada a baja (en promedio 0.55 y 0.19, respectivamente).

A raíz de estos resultados es que los investigadores concuerdan en que el AOB tiene una asociación débil o no significativa con porcentaje de producto vendible (Williams et al. 1997, Hassen et al. 1999, Herring et al 1994a)

Epley et al (1970) y Cross et al (1973) explican que la importancia del AOB puede depender de la variabilidad del engrasamiento y del rendimiento de los cortes vendibles comparado con la variabilidad del AOB, sugiriendo que el AOB puede jugar un rol más importante en la predicción del porcentaje de cortes en animales con una menor variación del espesor de grasa de la carcasa. En forma complementaria, Hamlin et al. (1995b) señalaron que la relación entre el AOB y el porcentaje de

producto vendible se podría esperar que fuese mayor en ganado con menos grasa de cobertura.

Johnson (1998), en base a las investigaciones que llevó a cabo y a la literatura consultada, es más drástico al plantear que el AOB no es un cuantificador exacto del músculo de la carcasa, siendo su contribución a la misma modesta o nula. El mismo autor explica sus afirmaciones planteando que el peso muscular depende del volumen muscular, y al emplear el AOB como predictor de la muscularidad de la carcasa se está dejando de lado la cuantificación de la longitud del músculo (ver anexo n° 11). Esto puede llevar a que se den incongruencias tales como que carcasas con un AOB de 88cm² tengan un rendimiento cárnico sustancialmente menor que aquellos con un AOB de 78cm²: 105 vs 113 kg. de tejido magro en la media res (ver anexo n° 12).

Hassen et al. (1999) llevó a cabo un estudio con 970 novillos y toros, para determinar la edad de medida más apropiada que maximice la correlación con peso y porcentaje del producto vendible. En este trabajo los registros de AOB y EGS ultrasónicos, provenientes de una base de datos de la Universidad de Iowa, fueron ajustados a cuatro edades de terminación diferentes (365, 382, 414 y 448 días) para ser empleados en la predicción del peso y porcentaje del producto vendible, empleando las ecuaciones desarrolladas por Epley et al. (1970) y por la B.I.F. (1996), respectivamente. En este estudio se verificó que la correlación de AOB con peso del producto vendible no cambiaba en función de la edad de terminación mientras que la asociación entre AOB y porcentaje del producto vendible no era significativa para los 365 días, sí era significativa con una $P < 0.05$ a los 382 días y también lo era con una $P < 0.01$ a los 414 y 448 días (ver anexo n° 13).

Por último, se puede observar a partir del cuadro n° 14 que las correlaciones alcanzadas entre AOB y peso de carcasa son moderadas, siendo la mínima correlación encontrada en el trabajo de Hassen et al. (1999) de 0.31 y la máxima de 0.61 obtenida por May et al. (1989).

2.4.4.2 EGS

En el siguiente cuadro se presentan las correlaciones encontradas entre el EGS, tanto de carcasa como de ultrasonido, con peso de carcasa y con peso o porcentaje de producto vendible.

Cuadro n° 15 Correlación del EGS con rendimiento en cortes vendibles y peso de carcasa

<u>Autor y año</u>	<u>Peso de producto vendible</u>	<u>Peso de carcasa</u>	<u>Porcentaje de producto vendible</u>
Epley et al. 1970	EGS carc.=0.42 con TRC ① EGS carc.=0.44 con PRC ②		EGS carc.= -0.71 con TRC EGS carc.= -0.68 con PRC
Cross et al. 1973	EGS carc.=0.36		EGS carc.= -0.73
May et al. 1989		EGS ultr. = 0.13	EGS ultr. = -0.33 EGS carc.= -0.53
Faulkner et al. 1990	EGS ultr.= -0.71 EGS carc.= -0.69		EGS ultr. = 0.51 EGS carc. = 0.52
Waldner et al. 1992		Para conjunto de animales EGS carc. = 0.42 EGS ultr. = 0.22 EGS ultr. 12 meses= -0.35 EGS ultr. 16 meses= 0.57	
Herring et al. 1994a	EGS ultr. = 0.128 ns ③ EGS carc. = 0.085 ns		EGS ultr. = -0.474 EGS carc. = -0.513
Hamlin et al. 1995b		EGS ultr. = 0.42 EGS carc. = 0.44	
Greiner et al. 1996	No significativo(ns)		EGS carc. = -0.75 EGS ultr. = -0.76
Hassen et al. 1997	EGS ultr. = -0.11	EGS ultr. = 0.11	EGS ultr. = -0.65
Williams et al. 1997	EGS ultr. = 0.264 EGS carc. = 0.183		EGS ultr. = -0.381 EGS carc. = -0.478
Wilson 1997		Corr. Gen. = 0.23 EGS carc. Corr. Fen. = 0.25 EGS carc.	Corr. Gen = -0.85 EGS carc. Corr. Fen = -0.80 EGS carc.
Hassen et al. 1999	EGS ultr. = 0.07	EGS ultr. = -0.05	EGS ultr. = -0.63

① TRC, incluye round, loin, rib, chuck, brisket, shank, plate y flank más los recortes magros de los mismos.

② PRC, incluye round, loin, rib, chuck, más los recortes magros de los mismos

③ ns: no significativo

Exceptuando a Faulkner et al. (1990), todos los investigadores que se citan en el cuadro, conjuntamente con Cianzio (1972) y Johnson

(1998), sostienen que el EGS es la variable individual que está más estrechamente asociada con porcentaje de producto vendible. Basándose en lo anterior, es que Cianzio asevera que cuanto mayor sea el EGS a nivel de la 10° o 12° costilla, menor tenderá a ser el porcentaje de cortes valiosos desgrasados o el de músculo total de la media res.

Complementariamente, Wilson (1997) afirma que dado que existe una correlación genética alta y negativa entre el EGS de la carcasa y el porcentaje de producto vendible, si se quiere mejorar el mérito genético para porcentaje de producto vendible, lo mejor que se puede hacer es seleccionar toros con valores bajos a negativos de cría para EGS en la carcasa.

Hassen et al. (1997) analizaron la evolución de los coeficientes de correlación entre EGS ultrasónico y porcentaje de producto vendible. En base a este estudio, los autores concluyeron que en la medida que la sesión de escaneado se aproximaba al momento de la faena, la asociación entre ambas variables aumenta (ver anexo n° 14). Los mismos autores dos años después manifiestan que con la excepción de cambios marginales, el grado de asociación fue constante para todas las edades.

Finalizando el análisis de la asociación de EGS con porcentaje de producto vendible, Herring et al. (1994 a) llevaron a cabo un experimento con 44 novillos Hereford-Brangus, en el cual se definió producto vendible en base al peso de determinados cortes a los cuales se les dejaba 0.32 o 1.27 cm de grasa subcutánea. Los resultados alcanzados los llevaron a concluir que las correlaciones entre EGS v 12/13 y porcentaje de producto vendible eran similares independientemente del espesor de grasa que permaneciera en los cortes.

En lo que respecta a la asociación entre el EGS y peso de producto vendible, la mayoría de las investigaciones llevadas a cabo en los últimos años (Herring et al. 1994 a, Greiner et al. 1996, Hassen et al. 1997, Williams et al. 1997 y Hassen et al. 1999), indican que el EGS tiene una correlación baja o no significativa con peso del producto vendible.

En la mayoría de los trabajos, la asociación con peso de carcasa es

generalmente positiva pero de baja magnitud (May et al. 1989, Hamlin et al. 1995 b, Hassen et al. 1997 y Wilson et al. 1997).

2.4.4.3 Marmoreado

En la mayor parte de los trabajos que se presentan a continuación (ver cuadro n°16) se puede observar una moderada y negativa correlación entre marmoreado y el porcentaje de producto vendible, la única excepción es el resultado obtenido por Wilson en 1997, quien encontró una correlación genética y fenotípica de 0.01 y -0.16, respectivamente con score de marmoreado de la carcasa.

Cuadro n° 16 Correlación del Marmoreado con rendimiento en cortes vendibles y peso de carcasa

<u>Autor y año</u>	<u>Peso de producto vendible</u>	<u>Porcentaje de producto vendible</u>	<u>Peso de carcasa</u>	<u>Peso vivo</u>
Waldner et al. 1992			0.42 con USDA marmoreado score	0.35 con USDA marmoreado score
Herring et al. 1994 a	0.05 con score marmoreado carcasa(ns) ①	-0.404		
Hassen et al. 1997	-0.23 con marmoreado ultr.	-0.51 c/marmoreado ultr.	-0.10(ns)	
Wilson 1997		R genética= 0.01 con score marmoreado carcasa R fenotípica= -0.16 con score marmoreado carcasa	R genética= -0.04 score marmoreado carcasa R fenotípica= 0.10 score marmoreado carcasa	
Hassen et al. 1999	-0.15 con marmoreado ultrasonido	-0.48 con marmoreado ultr.	-0.08 con marmoreado ultr. (ns)	

① ns : no significativo

Profundizando en el estudio de esta asociación, Hassen et al. (1997) sostienen que la correlación entre marmoreado y porcentaje de producto vendible se incrementa en la medida que la sesión de escaneado se aproxima a la faena(ver anexo n°15).

Hassen et al. (1999) expresan que el marmoreado puede ser un

predictor muy valioso de porcentaje de producto vendible, independientemente de la edad de terminación.

En lo relativo a la asociación existente con peso de producto vendible y peso de carcasa y/o vivo, ésta es generalmente de baja magnitud, llegando a ser incluso no significativa (Herring et al. 1994 a, Hassen et al. 1997, Wilson 1997 y Hassen et al. 1999).

2.4.4.4 P8

En cuanto a la asociación de esta variable con producto vendible, los trabajos consultados coinciden en los resultados alcanzados. Greiner et al. (1996) encontraron que el P8 estaba alta y negativamente relacionado con porcentaje de producto vendible ($r=-0.66$ con P8 ultrasónico), siendo esta correlación la tercera en magnitud luego de EGS de ultrasonido y EGS de carcasa. En el mismo trabajo se estableció que la asociación con peso de producto vendible no era significativa, siendo esta ausencia de relación entre ambas variables posteriormente corroborada por Williams et al. (1997). En este último trabajo la asociación con porcentaje de producto vendible, si bien fue moderada, fue la que obtuvo la correlación más alta de las variables analizadas (tanto en vivo como en carcasa), lo que llevó a los autores a concluir que el P8 puede ser un buen predictor de la composición de la carcasa.

En el siguiente cuadro se presentan los resultados encontrados en la literatura revisada con respecto a la correlación existente entre marmoreado y peso y porcentaje de producto vendible.

Cuadro nº 17 Correlación del P8 con rendimiento en cortes vendibles y peso de carcasa

<i>Autor y año</i>	<i>Peso de producto vendible</i>	<i>Porcentaje de producto vendible</i>
Greiner et al. 1996	ns ①	-0.66 con P8 ult.
Williams et al. 1997	-0.001 con P8 ult. (ns)	-0.493 con P8 ult.

①ns: no significativo

2.4.5 Ecuaciones para la predicción de peso de la carcasa

En la literatura consultada la variable peso de carcasa aparece en la mayoría de los casos como variable independiente, únicamente en el trabajo de Hassen et al. (1999) se emplea como una variable dependiente que se busca predecir. En este ensayo se comprobó que el peso vivo explica una gran proporción de la variación en el peso de la carcasa (de 66 a 73 %), con un leve incremento en el R² parcial en la medida que la edad al momento del escaneado se aleja de la faena (ver anexo n°16). Este incremento es debido a que el peso vivo alcanza R² parciales de mayor magnitud a estas edades.

En el modelo de predicción basado en los valores de las características ajustados a la edad promedio de faena, donde se evaluaron como variables independientes AOB ultr, EGS ultr, marmoreado ultr, peso vivo y altura al anca, se comprobó que el AOB es la variable más importante después del peso vivo explicando un 4% de la variación del peso de carcasa (las demás variables mencionadas no eran significativas con una $P < 0.1$).

2.4.6 Ecuaciones de predicción para peso de producto vendible

A continuación se presentan las ecuaciones de predicción reportadas en la literatura para la predicción de peso de producto vendible (ver cuadros n°18 y n°19).

Cuadro n° 18 Ecuaciones para la predicción de Peso de producto vendible a partir de características de carcasa

<u>Autor y año</u>	<u>N° de ec.</u>	<u>R² del modelo</u>	<u>Peso carcasa</u>	<u>AOB</u>	<u>EGS</u>	<u>Trimmed Round(kg)②</u>	<u>KPH</u>
Epley et al. 1970	1-TRC 2-PRC	0.90 0.90	*① *	* *	* *		*(kg.) *
Cross et al. 1973		0.94	*	*		*	
Faulkner et al 1990		0.92	*		*		
Herring et al. 1994 a	1	0.908	* r ² = 0.799	* r ² = 0.039	* r ² = 0.055		*(%) r ² = 0.015

<u>Autor y año</u>	<u>Nº de ec.</u>	<u>R2 del modelo</u>	<u>Peso carcasa</u>	<u>AOB</u>	<u>EGS</u>	<u>Trimmed Round(kg) ②</u>	<u>KPH</u>
Greiner et al. 1996		0.895	* r2=0.766	* r2=0.025	* r2=0.1		* (%) r2=0.004
Williams et al 1997		0.84	*	*	*		* (%)

①* El asterisco indica que en el trabajo en cuestión la variable ingresa en el modelo de predicción.

② Peso del corte round recortado por exceso de grasa

Cuadro n° 19 Ecuaciones para la predicción de Peso de producto vendible a partir de características medidas en vivo

<u>Autor y año</u>	<u>Nº de ec.</u>	<u>R2 del modelo</u>	<u>AOB</u>	<u>EGS</u>	<u>P8</u>	<u>Score visual de grasa</u>	<u>Peso vivo</u>	<u>Score de musc.</u>
Faulkner et al. 1990	Exp2	0.86					*	
Herring et al. 1994 a		0.783	* r2= 0.07			* r2= 0.066	* r2= 0.647	
Greiner et al 1996		0.875	* r2=0.026	* r2= 0.044	* r2= 0.005		* r2=0.705	*r2= 0.094
Williams et al 1997		0.865	*		*		* var. de > r2 cdo es regres. individ.	
Hassen et al 1999		0.68	* r2= 0.07	* r2= 0.02			* r2= 0.59	

En el cuadro n° 19 se puede percibir la alta magnitud de los coeficientes de determinación alcanzados, tanto para las ecuaciones que utilizan medidas de carcasa como para aquellas que se basan en las variables en vivo y ultrasonido (R2 de 0.68 - 0.94).

En lo que respecta a la comparación del poder predictivo de las ecuaciones basadas en características de carcasa versus el de las ecuaciones basadas en medidas en vivo y ultrasonido, las opiniones son disímiles. En los trabajos de Faulkner et al. (1990), Herring et al. (1994 a) y Greiner et al. (1996), las ecuaciones basadas en las características de la carcasa obtienen en los tres casos mayores R2 que las ecuaciones basadas en medidas de ultrasonido. A pesar de ello los autores le dan *distinta importancia a la magnitud de las diferencias encontradas*, mientras que Faulkner et al. (1990) no discuten estas diferencias, Herring et al. (1994 a) y Greiner et al. (1996) afirman que la exactitud y el poder

predictivo de ambos modelos son similares. Herring et al. (1994 a) profundizando en la comparación en los dos tipos de ecuaciones, aseveran en base a las correlaciones de Spearman obtenidas, que las ecuaciones basadas en características registradas en vivo ordenan a los animales de igual forma que las ecuaciones basadas en características registradas en la carcasa. En el mismo estudio los autores indican que, dado que los errores residuales de las ecuaciones de carcasa son menores que los de las ecuaciones en vivo, las primeras explicarían un mayor porcentaje de la variación del peso de producto vendible que las segundas.

En contraposición con los trabajos mencionados anteriormente, Williams et al. (1997) sostienen que los mejores modelos con variables en vivo tienen R^2 superiores que los modelos que están constituidos por variables de carcasa ($R^2=0.865$ vs. 0.840 , respectivamente).

En todos los trabajos que discuten el rol que juegan las distintas variables que ingresan en las ecuaciones de predicción (Williams et al. 1997; Herring et al. 1994a, Hassen et al. 1999, Greiner et al. 1996, Epley et al. 1970), se postula que el peso vivo o el peso de carcasa son las variables que explican la mayor parte de la variación del peso de producto vendible (R^2 parcial de 0.59 a 0.799).

Epley et al. (1970) son categóricos al afirmar que cuando se emplean dos variables para la predicción de peso de producto vendible, no hay diferencias importantes según cuales se utilicen (las otras variables consideradas en este trabajo fueron: AOB de carcasa, EGS de carcasa y KPH en porcentaje o en kg.) siempre que una de ellas sea peso de carcasa.

Conjuntamente con peso vivo o peso de carcasa, distintas variables que buscan estimar la muscularidad y el engrasamiento de los animales (AOB, score visual de muscularidad, P8, EGS, KPH³ y score visual de grasa) ingresan en los modelos de predicción, explicando adicionalmente desde un 10.9 a un 17% de la variación del peso de producto vendible (Herring et al. 1994 a y Greiner et al. 1996, respectivamente). A este

³ Se define KPH como el porcentaje o los kg de grasa de la riñonada, pélvica y corazón.

respecto Hassen et al (1999) señalan que, dependiendo de la cercanía a la faena en la que se determinan las diferentes variables independientes, la importancia de éstas en la ecuación de predicción es variable, siendo EGS la segunda variable en ingresar al modelo para edades tempranas, mientras que AOB lo es para edades más próximas a la faena (ver anexo n°17).

Por último en lo que respecta a la predicción de peso de producto vendible, Herring et al. (1994 a) llevaron a cabo un estudio en el cual definieron producto vendible de diferentes maneras con el objetivo de simular diferentes "escenarios" industriales (ver anexo n°18). En este estudio se encontró que las variables que ingresaban en los modelos de predicción eran distintas según si el producto vendible era calculado como el peso de los cortes round, loin, rib y chuck⁶, o el peso de éstos más sus respectivos recortes magros (en ambas formas de definición de producto vendible ingresan peso de carc., AOB carc., EGS carc., %KPH), o bien si éste era calculado como la totalidad de cortes vendibles de la media res y sus respectivos recortes magros (ingresando en este caso peso carc., EGS carc., %KPH).

2.4.7 Ecuaciones para la predicción de porcentaje de producto vendible

Como se puede observar en los cuadros n°20 y 21, los coeficientes de determinación en las ecuaciones de predicción de porcentaje de producto vendible alcanzadas en las diferentes investigaciones, oscilan entre 0.26 y 0.76.

⁶ *round* (corte con hueso del cuarto trasero compuesto por nalga de adentro, nalga de afuera, bola de lomo, tortuga y garrón), *loin* (corte con hueso del cuarto trasero compuesto por lomo, bife angosto, cuadril con colita y porción del vacío), *rib* (corte con hueso del delantero entre la 5ª y la 12ª vértebras torácicas, incluyendo una porción del asado), *chuck* (corte con hueso del cuarto delantero que tiene como base ósea las 7 vértebras cervicales, las primeras 5 torácicas, la escápula, el húmero y una porción de las 5 primeras costillas).

Cuadro n° 20 Ecuaciones para la predicción de Porcentaje de producto vendible a partir de características de carcasa

<u>Autor y año</u>	<u>N° de ec.</u>	<u>R2 modelo</u>	<u>AOB</u>	<u>EGS</u>	<u>Egsw</u>	<u>Peso de carcasa</u>	<u>KPH</u>
Epley et al. 1970	1-TRC 2-PRC	0.74 0.76	* *	* *		* *	*(%) *
Cross et al. 1973	1 2	0.76 0.75	* *	* *		*	*(%) *(Kg)
May et al 1989		0.59	*	*		*	* (%)
Faulkner et al 1990		0.6		*			
Herring et al. 1994 a		0.596	* $r^2=0.056$	* $r^2=0.164$		* $r^2=0.042$	*(%) $r^2=0.334$
Greiner et al 1996		0.676	* $r^2=0.05$	* $r^2=0.56$		* $r^2=0.051$	*(%) $r^2=0.016$
Perry y Fox 1997		0.35	*	*	*		
Williams et al 1997		0.312	*	*		*	* (%)
Wilson 1997			*	*		*	*

Cuadro n° 21 Ecuaciones para la predicción de Porcentaje de producto vendible a partir de medidas en vivo

<u>Autor y año</u>	<u>R2 modelo</u>	<u>AOB</u>	<u>EGS</u>	<u>P8</u>	<u>Marm.</u>	<u>SVG 1</u>	<u>Peso vivo (kg.)</u>	<u>SM 2</u>	<u>BWT (ultr) 3</u>	<u>Egsw</u>
May et al. 1989	0.26 0.55	* * (med. en carc.)	*				*			
Faulkner et al. 1990	0.59		*							
Herring et al. 1994 a	0.484	* $r^2=0.095$				* $r^2=0.321$	* $r^2=0.068$			
Hamlin et al. 1995 b	RPD0P ④ =0.59 RPD8P=0.58									
Greiner et al. 1996	0.68	0.015	* $r^2=0.575$	* $r^2=0.037$			* $r^2=0.012$	* $r^2=0.037$	* $r^2=0.005$	
Perry y Fox 1997	0.30	*	*							*
Williams et al. 1997	0.322	*	*	* > r^2 en ec. simples						
Hassen et al. 1999	1-0.53	* $r^2=0.05$	* $r^2=0.42$		* $r^2=0.03$		* $r^2=0.03$			

1 Score visual de grasa

2 Score de muscularidad

3 Body wall thickness: fue medido entre la 12° y 13° costilla, 1,5 pulgadas ventralmente al Longissimus Dorsi, perpendicularmente a la superficie muscular.

4 Se define producto vendible como la suma de los cortes round, loin, rib, chuck, plate, flank, brisket plus shank a los cuales se les recorta la grasa en exceso sobre 0,80 cm (RPD8) o se les quita en su totalidad (RPD0)

Este rango no sólo es más amplio que el que se mencionó para la predicción de peso de producto vendible, sino que además los valores mínimos y máximos son más bajos. En referencia a este tema Herring et al. (1994 a) explican que las ecuaciones de predicción de peso de producto vendible son más exactas que las que predicen porcentaje de producto vendible, dado que los R^2 de las primeras ecuaciones de predicción son más altas que los de las segundas. Los mismos autores señalan que luego de una extensa revisión no pudieron encontrar estudios que produjeran R^2 cercanos a 1, lo que ellos asignan a dos causas:

1) puede suceder que el denominador y numerador de porcentaje de producto vendible aumenten a índices diferentes en la medida que más kg. de producto se agregan a la relación,

2) diferentes variables pueden ser importantes en distintas fases de crecimiento o edades dentro de una raza o tipo racial, haciendo difícil obtener un alto grado de precisión en las ecuaciones de predicción.

En lo que respecta a la comparación del valor predictivo de las ecuaciones constituidas por variables en vivo versus el de las ecuaciones constituidas por características de carcasa, las posturas de los investigadores no son unánimes. Por un lado May et al. (1989) manifiestan que cuando las medidas de ultrasonido son tomadas en la planta de faena a velocidad de cadena (sin alterar la rutina del frigorífico), tienen menor poder predictivo que las medidas registradas a nivel de la carcasa ($R^2=0.26$ y 0.059 , respectivamente). Por otra parte, Williams et al. (1997) plantean que los mejores modelos de variables en vivo tienen un R^2 algo superior que aquellos modelos realizados a partir de las características de la carcasa, lo que validaría según los autores al ultrasonido como una herramienta tan útil para la predicción del producto vendible como las características que se registran a nivel de la carcasa

que se encuentran en la ecuación de predicción del rendimiento vendible del USDA. Esto es debido a que el P8 ultrasónico es la variable que incrementó el R² de los modelos basados en características en vivo, permitiendo así que éstos alcanzaran R² mayores que los basados en medidas de carcasa.

Por último en lo que respecta a este tema, Faulkner et al. (1990) y Greiner et al. (1996) encontraron que la magnitud de los coeficientes de determinación era igual tanto para las ecuaciones en vivo como para las ecuaciones de carcasa. Complementariamente, Herring et al. (1994 a) sostienen que, no sólo las ecuaciones en vivo y en carcasa ordenan igual de bien a los animales, sino que además ambas explican las mismas fuentes de variación fenotípicas.

En aquellos estudios en que se analiza la importancia de las diferentes variables que ingresan en los modelos de predicción (Williams et al. 1997, Herring et al. 1994, Epley et al. 1970, Greiner et al. 1996, Hassen et al. 1999), se indica que las variables relacionadas con el engrasamiento (P8, EGS, KPH, Marmoreado y score visual de grasa) son las que explican la mayor proporción de la variación en el porcentaje de producto vendible (de un 32.1% hasta un 61.7%), siendo generalmente las primeras en ingresar en las ecuaciones de predicción. Las otras variables que ingresan son AOB y peso vivo o peso de carcasa, explicando de un 1.5 a un 9.5 % y de un 1.2 a un 6.8% de la variación del porcentaje de producto vendible respectivamente. Asimismo Herring et al. (1994) en un estudio que llevaron a cabo, en el cual definieron producto vendible de diferentes maneras, se encontró que las variables que ingresaban en los modelos de predicción eran distintas según si el producto vendible era calculado como el peso de 4 cortes, o como el peso de éstos más sus respectivos recortes magros, o bien si éste era calculado como la totalidad de cortes vendibles de la media res y sus respectivos recortes magros (ver anexo n° 19).

En base a los resultados obtenidos es que Herring et al (1994 a), Hamlin et al (1995b) y Epley et al (1970) coinciden al sostener que el AOB medida en la carcasa o ultrasónicamente tiene escaso valor en la predicción de porcentaje de producto vendible. A este respecto, Epley et

al. (1970) afirma que la importancia del AOB en la predicción es dependiente de la variabilidad del engrasamiento en relación con la variabilidad del AOB; asimismo Crouse et al. (1975 citado por Williams 1997) plantea que la medida del AOB puede ser útil para explicar la variabilidad en porcentaje de cortes que está asociada a diferencias raciales.

Por último, en lo relativo al momento de la sesión de escaneado, Hamlin et al. (1995) reportaron que el R^2 del modelo de predicción aumentaba en la medida que la determinación de las características mediante ultrasonido se realizaban más cerca de la faena; mientras que Hassen et al (1999) obtuvieron un resultado contrario(ver anexo n°20).

3. MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron en este experimento 186 novillos comerciales Hereford, que fueron donados a la Sociedad Criadores de Hereford del Uruguay (SCHU) por las cabañas participantes en la Prueba de Toros del año 1997. Los mismos nacieron en la primavera de 1996 y en setiembre del año siguiente fueron trasladados a la Central de Pruebas de Kiyú(CPK), al predio de la Sociedad Rural de Durazno(SRD), y al predio de la Sociedad Rural de Río Negro(SRRN), donde se llevó a cabo su engorde.

Al finalizar esta etapa, cuando se consideraba que los novillos estaban terminados (basándose en su peso y/o apreciación visual) se los faenaba, a raíz de lo cual resultaron siete grupos de faena.

3.1 MANEJO DE LOS ANIMALES

Los novillos ingresaron a las distintas centrales y al ser faenados aproximadamente un año después, promediaban los 446 kg.

Una vez en éstas fueron alimentados en base a pasturas, verdeos y rastros. Los únicos animales que fueron racionados para su terminación fueron aquellos que se encontraban en la SRRN.

3.2 EVALUACION EN VIVO

Las determinaciones de AOB, EGS, P8 y Marmoreado ultrasónicos, así como de peso vivo, se llevaron a cabo en las instalaciones de las distintas centrales, promedialmente 6 días antes de la faena.

El equipo utilizado para determinar AOB, EGS, P8 y Marmoreado ultrasónicos fue un Aloka 500 Mikrus de 3,5 Mhz y 17,2 cm de transductor, siendo las imágenes obtenidas almacenadas para su posterior interpretación en el disco duro de una computadora portátil.

La obtención de las imágenes estuvo a cargo de un técnico del INIA certificado por la Facultad de Zootecnia, Veterinaria y Agronomía de Uruguaiana (Brasil), siguiendo las especificaciones de la B.I.F.(Beef Improvement Federation, E.E.U.U).

Para la determinación de las características ultrasónicas se eliminó el pelo en exceso, se utilizaron aceite vegetal y una guía acústica, de manera de permitir un mejor contacto entre el transductor y el animal y así lograr un mejor acople acústico.

En cada animal se registraron en total tres imágenes para la determinación del AOB, EGS, P8 y Marmoreado (ver anexos nº21, 22 y 23). La estimación de estas características fue realizada empleando el software Rib O Matic (Critical Vision Inc.). La primera de las imágenes fue el AOB (AOB v 12/13) y EGS (EGS v 12/13) en la interfase de la 12° y 13° costillas, siendo este sitio localizado por palpación física. El P8 (P8 v) fue determinado situando el transductor paralelamente a la columna vertebral, en la línea que une al Isquión y al Ilión. Para la obtención de la imagen que permite la estimación de la grasa intramuscular (Marmoreado), se posicionó el transductor paralelamente a la columna vertebral sobre las costillas nº 11, 12 y 13, y una vez obtenida esta imagen se ubicaba un cuadrado en el espacio intercostal de las costillas 12° y 13°, en cuyo interior el programa de software Rib O Matic procedía a analizar la imagen obteniendo el porcentaje de grasa intramuscular en esa área.

En 27 animales se tomó una cuarta imagen a nivel de la interfase de las costillas 10 y 11 para determinar el AOB (AOB v 10/11) y el EGS (EGS v 10/11) en este sitio.

3.3 EVALUACION EN FRIGORIFICO

Los novillos fueron faenados en la planta del frigorífico Ottonello, siguiendo los procedimientos estándar de la industria.

Posteriormente a la faena, y antes de que las carcasas ingresaran a la cámara, eran registradas (con la supervisión de los técnicos de I.N.A.C.) la dentición, la tipificación, la clasificación y el peso de carcasa caliente.

Luego de 18 horas de frío (a una temperatura de 0 a 4° C), AOB (AOB f 10/11) y EGS (EGS f 10/11) fueron medidas en la interfase de las costillas 10° y 11°, dado que es práctica común en Uruguay el cuartear la carcasa a este nivel.

El AOB fue trazada en un acetato y posteriormente medida con un planímetro electrónico o bien empleando una cuadrícula de puntos(ver anexo n°24), mientras que el EGS fue medido en los 3/4 de la longitud del AOB.

En lo relativo al P8 de carcasa (P8 f) este fue determinado a nivel de la tercer vértebra sacral sobre el cuadril(ver anexo n°25).

Se registraron peso de media res y peso de corte pistola tres costillas con garrón. Este corte se obtiene retirando del cuarto trasero el vacío y el asado correspondiente a las tres últimas costillas, y comprende el bife angosto, lomo, cuadril, cola de cuadril, carnaza cuadrada, peceto, bola de lomo, nalga de adentro, tortuga y garrón (ver anexos n° 26 y n° 27). La base ósea que lo constituye son los huesos correspondientes al cuarto trasero y las extremidades espinales de las costillas 11, 12 y 13 (ver anexo n°28). Se calculó el porcentaje del corte pistola tres costillas con garrón como el cociente entre el peso de corte pistola tres costillas con garrón y el peso de la media res.

3.4 ANALISIS ESTADISTICO

3.4.1 Estadísticas descriptivas

Para las variables continuas las estadísticas descriptivas (promedio, desvío standard, mínimo, máximo y coeficiente de variación), fueron

calculadas empleando el SAS (1999), mientras que para las variables discretas se determinó la frecuencia relativa correspondiente a cada clase.

3.4.2 Estudio de la exactitud en la determinación de las características de la carcasa

Para evaluar la exactitud de la técnica se calcularon las correlaciones de Pearson, la diferencia promedio (DP) y la diferencia promedio absoluta (DPA) entre las medidas de ultrasonido y las de carcasa, así como el cociente entre la diferencia absoluta para una variable y el valor de la misma en la carcasa (CE) y el error standard de predicción (ESP). A continuación se presentan las fórmulas empleadas para el cálculo de las distintas estadísticas.

$$\diamond \quad r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y}$$

donde:

r_{xy} es la correlación de Pearson entre las variables x e y ,

S_{xy} es la covarianza de x e y ,

S_x es el desvío standard de x (valor de la característica medida por el ultrasonido),

S_y es el desvío standard de y (valor de la característica medida en la carcasa).

$$\diamond \quad DP = \frac{\sum(\text{ultr.} - \text{carc.})}{n}$$

donde:

n es el número de observaciones,

ultr. es la predicción del sistema de ultrasonido medido en la interfase de las costillas 12/13 o bien 10/11,

carc. es el valor de la característica en la carcasa, medido en la interfase de las costillas 10/11

$$\text{DPA} = \frac{\sum (|\text{ultr.} - \text{carc.}|)}{n}$$

$$\text{CE} = \frac{\text{DPA}}{\text{carc.}}$$

$$\text{ESP} = \sqrt{\frac{\sum (\text{ultr.} - \text{carc.} - \text{DP})^2}{n - 1}}$$

Para evaluar si existía regresión entre la diferencia del valor de ultrasonido y el valor de la característica en la carcasa, y la magnitud de las variables determinadas en la carcasa, se calcularon los parámetros de la regresión utilizando el método de los mínimos cuadrados, realizándose posteriormente una prueba de hipótesis para verificar que existiese efectivamente regresión.

3.4.3 Estudio de la precisión en la determinación de las características de la carcasa

Como forma de evaluar la precisión de la técnica, se determinó el porcentaje de las observaciones en las cuales la diferencia entre el valor predicho por ultrasonido y el valor determinado en la carcasa se encontraba dentro de un rango arbitrariamente determinado ($\pm 2,54$ mm para P8 y EGS, y $\pm 6,45$ cm² para AOB). Se eligieron como límites de clase 2.54 mm y 6.45 cm² porque equivalen a 0.1 pulgadas y 1 pulgada cuadrada respectivamente, los cuales son los límites empleados en la literatura internacional (Smith et al. 1990, Perkins et al 1992 a y b, Smith et al. 1992, Hassen et al. 1996 a), y de éste modo es posible comparar los resultados obtenidos. Posteriormente se estudió si existía asociación entre ésta estadística calculada y la magnitud de la característica medida a nivel de la carcasa, para lo cual se efectuaron rangos según el valor de carcasa (cuyos límites eran arbitrariamente fijados).

3.4.4 Ecuaciones para la predicción de AOB, EGS y P8 de la carcasa a partir de las medidas de ultrasonido

Los datos fueron sujetos a un análisis de regresión (SAS) donde las variables a predecir eran AOB, EGS y P8 de carcasa y las variables independientes eran AOBv 12/13, EGSv 12/13 y P8 v. El modelo que se evaluó para la predicción de las variables AOB, EGS y P8 de carcasa fue un modelo de regresión lineal simple, que presenta la siguiente forma:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + e$$

donde:

y es la variable dependiente (AOB, EGS y P8 de carcasa),

β_0 y β_1 son los parámetros estimados de la regresión,

x es la variable independiente (AOB v 12/13, EGS v 12/13 y P8v),

e es el error aleatorio.

Como variables independientes se seleccionaron AOB v 12/13, EGS v 12/13 y P8v, dado que el objetivo del trabajo es evaluar el poder predictivo de las mismas.

Los modelos obtenidos fueron evaluados en base al poder predictivo alcanzado, es decir el porcentaje de la variación de la variable dependiente explicada por el modelo (R^2) y RCME.

A continuación se presentan la fórmula de calculo :

$$\diamond \quad R^2 = \frac{SCR}{SCT}$$

donde:

SCR es la suma de cuadrados de la regresión,

SCT es la suma de cuadrados total.

Para mejorar el ajuste de los modelos se procedió a la detección de *outliers* y puntos influyentes, los que fueron detectados mediante el estudio de los residuales estandarizados y estadísticas influyentes

(dffits y covratio). Ambos son observaciones que no parecen ajustar al modelo y que son problemáticos dado que pueden sesgar los estimadores de los parámetros y por lo tanto hacer el análisis de regresión menos útil. La diferencia entre los mismos radica en que mientras que el outlier es un dato que no es típico en el conjunto de todos los datos (no pertenecería a la población para el valor de la variable y), los puntos influenciales son observaciones que alcanzan valores de la variable independiente poco comunes y por lo tanto pueden ejercer una importante influencia en la estimación de los parámetros del modelo.

Otro de los indicadores calculados para evaluar la técnica fue el coeficiente de correlación de Spearman entre los valores predichos por los modelos y los valores observados. Este indicador se calcula de la siguiente manera:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum D^2}{n(n^2 - 1)}$$

donde:

r_s es la correlación entre rangos de Spearman,

n es el número de observaciones,

D es la diferencia entre los n pares de rangos.

3.4.5 Asociación entre las variables registradas y el producto vendible

En una segunda instancia se procedió al cálculo de las correlaciones de Pearson, utilizando el SAS, entre las variables continuas registradas tanto en vivo como en frigorífico con las que reflejan el rendimiento carnívoros. Para el estudio de la asociación entre las variables discretas registradas y aquellas que reflejan el rendimiento carnívoros se llevaron a cabo los respectivos análisis de varianza, con un nivel de confianza del 95 %.

3.4.6 Ecuaciones para la predicción del producto vendible

Los datos fueron sujetos a técnicas de regresión múltiple utilizando el procedimiento Stepwise del SAS para la predicción de las variables relacionadas al rendimiento comercial, empleando las variables medidas tanto en vivo como en el frigorífico como variables independientes. Los modelos evaluados fueron modelos de regresión lineal múltiple que presentan la siguiente forma:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_m x_m + e$$

donde:

y es la variable dependiente (peso en segunda balanza, rendimiento en segunda balanza, peso y porcentaje del corte pistola),

β_0 , β_1 , β_m son los parámetros estimados de la regresión,

x_1 , x_2 , x_m son las variables independientes (AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8v, marmoreado, AOB f 10/11, EGS f 10/11, P8f, peso vivo, peso en segunda balanza, peso de media res, rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación y dentición)

e es el error aleatorio.

En todos los modelos un nivel de significancia del 10 % fue utilizado como criterio para que las variables ingresaran y permanecieran en el modelo.

Para la predicción de peso en segunda balanza y rendimiento en segunda balanza se evaluaron cuatro modelos, en los dos primeros (M2°P, MRP) se ingresaron como variables independientes: peso vivo, AOB 12/13, EGSv 12/13, P8v y Marmoreado; en los dos últimos modelos (M2°, MR) se probaron las mismas variables excepto peso. Sólo se evalúan como variables independientes aquellas registradas en vivo, debido a que se considera que evaluar otros modelos de predicción que incluyeran variables registradas a nivel del frigorífico pocos minutos antes de pesar las reses no se justifica.

Variable a predecir	Modelo	Variables independientes evaluadas
Peso en segunda balanza	M2°P	Peso vivo, P8 vivo, AOB v12/13, EGS vivo12/13, marmoreado.
Rendimiento en segunda balanza	MRP	Peso vivo, P8 vivo, AOB v12/13, EGS vivo12/13, marmoreado.

Para la predicción de peso y porcentaje del corte pistola se desarrollaron cinco tipos de modelos, que buscaban reflejar las distintas etapas del proceso desde el establecimiento hasta el frigorífico.

Variable a predecir	Modelo	Variables independientes evaluadas
Peso del corte pistola	MP1	AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, peso vivo.
	MP2	AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, Peso 2° balanza, rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación y dentición.
	MP3	Peso 2° balanza, rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación y dentición.
	MP4	conformación, terminación y dentición, rendimiento en segunda balanza, Peso media res, P8 f, EGS f 10/11, AOB f 10/11.
	MP5	peso vivo, AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, Peso 2° balanza, rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación y dentición, Peso media res, P8 f, EGS f 10/11, AOB f 10/11.
Porcentaje del corte pistola	M1P%	AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, peso vivo.
	M2P%	AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, Peso 2° balanza, rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación y dentición.
	M3P%	Peso 2° balanza, rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación y dentición.
	M4P%	conformación, terminación y dentición, rendimiento en segunda balanza, Peso 2° balanza, P8 f, EGS f 10/11, AOB f 10/11.
	M5P%	peso vivo, AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, Peso 2° balanza, rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación y dentición, peso de media res, P8 f, EGS f 10/11, AOB f 10/11.

En el primer tipo de modelo (MP1, M1P%) se probaron como variables independientes el peso vivo, AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v y marmoreado, dado que el primero de los objetivos del trabajo era evaluar el poder predictivo de estas variables ultrasónicas. En el segundo tipo de modelo (MP2, M2P%) a las variables anteriormente

mencionadas se les añadió aquellas variables que son registradas a nivel del frigorífico antes de ingresar a la cámara (rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación, dentición, peso en segunda balanza). El tercer tipo de modelo (**MP3, M3P%**) está constituido exclusivamente por aquellas variables que son registradas a nivel del frigorífico antes de ingresar a la cámara, mientras que el cuarto tipo de modelo (**MP4, M4P%**) está constituido por todas las medidas registradas a nivel del frigorífico (antes y después de ingresar a la cámara). Por último el quinto tipo de modelo (**MP5, M5P%**) está constituido por todas las variables medidas tanto en vivo como en frigorífico. Dado que en los modelos MP2, M2P%, MP3, M3P%, MP4 y M4P% aparecían dos e incluso tres variables relacionadas con el peso (peso vivo, peso de segunda balanza, peso de media res) que estaban probablemente autocorrelacionadas (correlación de Pearson es mayor a 0.85), para determinar cual de ellas ingresaba como variable independiente en los modelos de predicción se realizó la regresión individual de estas variables con las variables dependientes, pasando a constituir los modelos definitivos aquella que explicaba un mayor porcentaje de variación de la variable que se buscaba predecir. Para el MP5 y el M5P% no se siguió este criterio porque era de interés comprobar cómo se comportaban las diferentes variables independientes cuando se las tomaba a todas en cuenta.

Se evaluaron los mismos modelos (**M1, M1%, M2, M2%, M3, M3%, M4, M4%, M5, M5%**) citados anteriormente excluyendo todas las variables relacionadas con peso (peso vivo, peso de segunda balanza, peso de media res), dado que al ser el peso una de las variables más importantes, al excluirlo de los modelos es posible apreciar la importancia del resto de las variables independientes.

Los modelos obtenidos fueron evaluados en base al poder predictivo alcanzado (el porcentaje de la variación de la variable dependiente explicada por el modelo: R^2), y teniendo en cuenta el error que se incurre al emplearlo para la predicción (C_p y RCME).

$$\diamond \quad RCME = \sqrt{\frac{\sum (y_{est} - y_{obs})^2}{n-2}}$$

donde:

RCME es la raíz del cuadrado medio del error,

y_{est} es el valor estimado por el modelo,

y_{obs} es el valor observado,

n es el número de observaciones.

$$\diamond \quad C_p = \frac{(SCE) - (n-2)CME}{CME}$$

donde:

C_p es la estadística C_p de Mallows,

CME es el Cuadrado Medio del Error para el modelo en su conjunto, SCE es la Suma de Cuadrados de Error para un modelo con p variables más el intercepto,

n es el tamaño de la muestra,

p es el número de predictores.

En estos modelos también se procedió a la detección y eliminación de *outliers* y puntos influenciales.

Se calcularon las correlaciones de Spearman entre los distintos modelos para la predicción de las variables que reflejan el rendimiento carnicero y las mismas medidas a nivel de la carcasa.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

El primer objetivo planteado al inicio de este trabajo fue el de validar la técnica del ultrasonido en Uruguay, para esto se procederá a analizar la exactitud y la precisión en la determinación del AOB, P8 y EGS de la carcasa, y se presentarán los modelos de predicción para AOB, P8 y EGS de la carcasa a partir de sus respectivos valores de ultrasonido.

En segundo lugar se estudiará la asociación entre las diferentes variables medidas, tanto en carcasa como en vivo, con el rendimiento carnicero (peso en segunda balanza, rendimiento en segunda balanza, peso del corte pistola y porcentaje del corte pistola). Finalmente se presentarán los modelos de predicción para peso en segunda balanza, rendimiento en segunda balanza, peso del corte pistola y porcentaje del corte pistola, cumpliéndose así el segundo de los objetivos planteados.

4.1 ESTADISTICAS DESCRIPTIVAS

En el cuadro n°22 se exponen la media, el mínimo, el máximo, el desvío standard y el coeficiente de variación para las variables continuas registradas.

Cuadro n° 22 Estadísticas descriptivas para variables continuas

Variable	N°obs	Media	D.S ①	Mínimo	Máximo	C.V(%) ②
Peso(kg)	186	445,7	30,98	358	548	6,77
Edad (meses)	186	22,8	2,96	18,3	26,7	13,0
AOBv 12/13(cm2)	186	56,03	4,61	44,5	69,1	8,2
AOBv 10/11(cm2)	27	53,55	4,46	47,8	65,4	8,3
AOBf 10/11(cm2)	186	54,58	5,01	42,6	67,3	9,2
EGSv 12/13(mm)	186	6,79	1,46	3,10	12,2	21,5
EGSv 10/11(mm)	27	8,09	1,58	5,0	12,0	19,5
EGS f 10/11(mm)	186	8,47	2,77	3,0	20,0	32,7
P8 frío(mm)	186	9,93	2,22	5,0	18,0	22,3
P8 vivo(mm)	186	8,85	1,92	4,9	15,7	21,7
Marmoreado(%)	129	3,61	0,8	1,54	6,27	22,2
Peso seg. balanza(kg.)	186	231,31	18,22	174,0	290,0	7,88
Rendimiento(%)	186	55,04	1,93	47,65	66,9	3,51
Peso media res(kg.)	186	114,32	9,21	85,4	143,6	8,06
Peso corte pistola(kg.)	186	47,74	3,83	36,0	62,0	8,03
Porcentaje pistola	186	41,77	1,02	38,59	45,49	2,45

①D. S.: desvío standard

②C.V.: Coeficiente de variación

En el cuadro anterior se observa que los animales tenían un peso y edad promedio de 446 kg. y 22.8 meses al momento de la faena, notándose la homogeneidad de ambas características (CV=6.77 y 13.0 %, respectivamente).

En lo respectivo al AOB, los novillos bajo estudio presentaban un AOB v 10/11, AOB v 12/13 y AOBf 10/11 de 53.55, 56.03 y 54.58 cm² respectivamente, siendo bajo el coeficiente de variación para estas variables: 8.3, 8.2 y 9.2 % respectivamente. Este bajo coeficiente de variación posiblemente sea el resultado de trabajar con animales de la misma raza, edad y peso similar al momento de la faena (Waldner et al. 1992, Hamlin et al. 1995 a, Perkins et al 1992, Aicardi et al. 1996)

En lo que concierne al EGS, los novillos promediaban para EGS v 10/11, EGSv 12/13 y EGS f 10/11 8.09, 6.79 y 8.47 mm respectivamente, siendo el coeficiente de variación de estas tres características de 19.5, 21.5 y 32.7 % respectivamente. La importante variación en el EGS es probablemente debida a que los criterios que se emplearon al seleccionar a los animales para faena (peso vivo y apreciación visual), generan heterogeneidad en el engrasamiento de los animales.

Se observó una mayor variación del EGS en carcasa que en vivo, esta se puede deber a que, tal como lo señalan Eizmendi et al. (1993) y Robinson et al. (1992), el cuereado puede dañar la capa de grasa subcutánea, afectando así la magnitud del EGS f 10/11 y generando variabilidad. Adicionalmente, otro factor que se considera pudo haber afectado, es que las determinaciones de EGS de carcasa fueron realizadas por distintas personas, mientras que el EGS ultrasónico fue determinado por un único técnico.

Para P8 vivo y P8 frío el promedio de las observaciones fue de 8.85 y 9.93 mm respectivamente, siendo el C.V. similar para ambas variables (21.7 y 22.3 % respectivamente). La variación observada para P8 vivo y P8 frío es debida probablemente, como se mencionó para EGS, a los criterios seguidos para determinar si los animales estaban listos para ser

faenados. Otra consideración al respecto de la variación de estas características, es que la magnitud de la misma es similar en vivo o en carcasa, lo que ratifica lo afirmado por Moon en el año 1980 (citado por Johnson 1998) de que el P8 estaría sujeto a menos daños en frigorífico que el EGS.

En lo que respecta al porcentaje de grasa intramuscular los novillos tenían un 3.61 % en promedio, y su variabilidad es similar a las de las demás determinaciones de engrasamiento (CV=22.2 %).

Los animales promediaban un peso en segunda balanza, peso de media res y peso del corte pistola de 231.3, 114.3 y 47.7 kg. respectivamente; mientras que el rendimiento en segunda balanza y el porcentaje del corte pistola (peso del corte pistola/peso de media res) tuvieron un valor medio de 55.0 y 41.8 % respectivamente. Para el conjunto de estas cinco características la variación es baja (CV de 2.45 a 8.03 %).

En lo que respecta a la tipificación de los novillos (cuadro n°23), el 96.24 % de ellos fueron clasificados como grado de terminación 2, presentando el 69.9 % de los mismos el grado de conformación N, un 29 % el grado A, y el 1% restante corresponde al grado I. A su vez el 97 % de los novillos presentaban dientes de leche o bien dos dientes, siendo el 2.7 % restante animales de cuatro dientes.

Cuadro n° 23 Estadísticas descriptivas para variables discretas

Variable	Clase	N° obs.	Frecuencia relativa (%)
Conformación	I	2	1,08
	N	130	69,89
	A	54	29,03
Terminación	1	7	3,76
	2	179	96,24
Dentición	0	96	51,6
	2	85	45,7
	4	5	2,7

4.2 EXACTITUD Y PRECISION EN LA DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS DE CARCASA MEDIANTE ULTRASONIDO

El primero de los objetivos de éste trabajo es la validación de la técnica de ultrasonido en la predicción de AOB, EGS y P8 de la carcasa. Para alcanzar este objetivo, se calcularon distintas estadísticas que evalúan la exactitud y la precisión con que la técnica de ultrasonido predice las características anteriormente mencionadas. A este respecto Cochran y Cox (1983), definen exactitud como la proximidad con que una medida se acerca a su valor verdadero, en este caso la proximidad entre el valor de la característica medida ultrasónicamente y su valor de carcasa. Estos mismos autores definen precisión como la repetibilidad de las medidas, es decir que la diferencia entre la medida registrada y el valor verdadero de la característica sea similar entre las distintas observaciones. Para la técnica de ultrasonido se entiende por precisión que la diferencia entre la determinación de la característica mediante ultrasonido y el valor de la característica en la carcasa sea de magnitud similar entre los diferentes animales.

En los cuadros n° 24,25 y 26 se detallan las estadísticas calculadas para determinar la exactitud y precisión del ultrasonido en la determinación de las características de la carcasa. En el cuadro n°24 y anexo n° 29 se presentan las correlaciones de Pearson calculadas para las características medidas mediante ultrasonido y sus respectivos valores de carcasa. Complementariamente en el cuadro n°25 se presentan la diferencia promedio (DP); diferencia promedio absoluta (DPA), el cociente entre la diferencia absoluta para una variable y el valor de la misma en la carcasa (CE), y el error standard de predicción (ESP), calculadas como forma de profundizar en el análisis de la exactitud de las determinaciones ultrasónicas.

Cuadro n° 24 Correlaciones entre variables medidas en vivo y sus respectivos valores de carcasa

<i>Variables</i>	<i>P8 f</i>	<i>EGS f</i> (10/11)	<i>EGS v</i> (10/11)	<i>AOB v</i> (10/11)	<i>AOB f</i> (10/11)
P8 v	0.659 ¹				
EGSv (12/13)		0.642 ¹	0.531 ¹		
EGS v (10/11)		0.886 ¹			
AOB v(12/13)				0.882 ¹	0.808 ¹
AOB v (10/11)					0.961 ¹

1: Valores diferentes de cero ($P < .01$)

N=186 en todos los casos excepto en AOBv10/11 y EGSv 10/11(N=27).

Cuadro n° 25 Estadísticas complementarias para la determinación de la exactitud

<i>Variable</i>	<i>DP¹</i>	<i>DPA²</i>	<i>CE(%)³</i>	<i>ESP⁴</i>
P8(mm)	-1,08	1,53	14,92	2,04
EGSv10/11(mm)	0,67	0,88	13,65	0,92
EGSv12/13(mm)	-1,68	2,01	21,38	2,15
AOBv12/13(cm2)	1,45	2,71	5,05	3,0
AOBv10/11(cm2)	0,41	1,07	2,06	1,35

¹: diferencia promedio

²: diferencia promedio absoluta

³: cociente entre la DPA para una variable y el valor de la misma en la carcasa

⁴: error standard de predicción

Como forma de determinar la precisión de la técnica se calcularon las distribuciones de frecuencias de las diferencias de los valores de carcasa y los valores predichos mediante ultrasonido. Se eligieron como límites de clase 2.54 mm y 6.45 cm² porque equivalen a 0.1 pulgadas y 1 pulgada cuadrada respectivamente, los cuales son los límites empleados en la literatura internacional (Smith et al. 1990, Perkins et al 1992 a y b, Smith et al. 1992, Hassen et al. 1996 a), y de éste modo es posible comparar los resultados obtenidos.

Cuadro n° 26 Distribuciones de frecuencias de las diferencias de los valores de carcasa y los valores predichos mediante ultrasonido

<i>Variable</i>	<i>% obs. dentro de +- 2,54 mm</i>	<i>% obs. dentro de +- 6,45 cm2</i>
P8	81,2	
EGSv10/11	100	
EGSv12/13	69,4	
AOBv12/13		94,1
AOBv10/11		100

4.2.1 AOB

En lo que respecta a las correlaciones calculadas entre AOB medida en la carcasa en la interfase de las costillas 10° y 11° con el AOB medida en vivo, éstas son altas y estadísticamente significativas al 1% (0.808 y 0.961 para AOB v 12/13 y AOB v 10/11, respectivamente). Estos resultados coinciden con los alcanzados por Perkins et al. (1992b), Herring et al. (1994 a) y Greiner et al. (1996), quienes al emplear el mismo equipo de ultrasonido encontraron correlaciones similares entre AOBv medido entre la 12° y 13° costillas y AOB frío 12 y 13.

La correlación estimada entre AOBv 10/11 y AOBf 10/11 es mayor que con AOBv 12/13, ya que en el primer caso ambas determinaciones se llevaron a cabo en el mismo sitio, por lo tanto se está estimando la misma área, mientras que en el otro caso se trata de predecir el área en otro sitio.

Si bien la correlación entre la característica medida por ultrasonido y la misma medida en la carcasa es el coeficiente que se emplea comúnmente como medida de exactitud de la técnica, de acuerdo a Houghton y Turlington (1992) presenta ciertas limitantes tales como:

1) la variación en la población influye el coeficiente de correlación, por ejemplo una población con variación mayor que la normal producirá altos coeficientes de correlación, mientras que una población uniforme originará un menor coeficiente de correlación,

2) los coeficientes de correlación no reflejan el sesgo en la determinación, o sea no indican si se está sub o sobrestimando el valor de la característica de la carcasa mediante el ultrasonido.

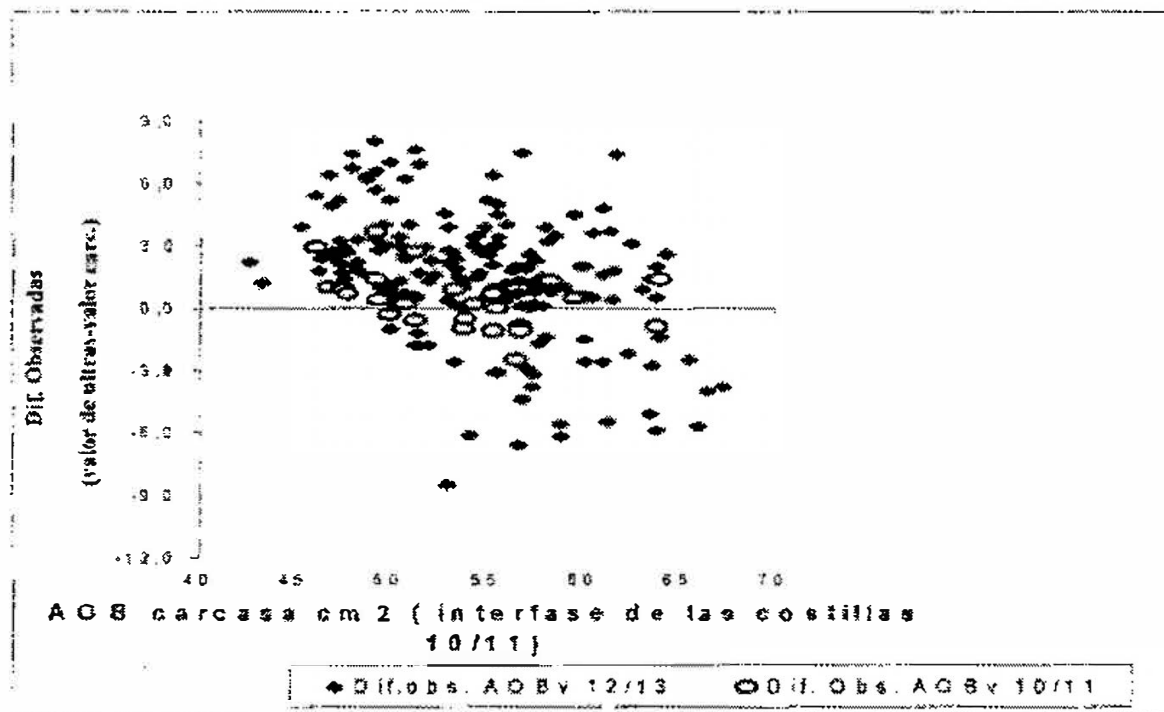
Es por ello que en este trabajo se calcularon la DP, DPA, CE y ESP como forma de analizar la exactitud independientemente de las limitantes que presentan las correlaciones.

La DP indica la dirección y la magnitud promedio del error al estimar el AOB de carcasa mediante ultrasonido, es decir si se está sub o sobreestimando el valor de esta característica en la carcasa y por cuanto. La DP entre el AOBv 12/13, AOBv 10/11 con AOBf 10/11 es de 1.45 y

0.41 cm², respectivamente, lo cual indica que el AOB es en promedio sobreestimado por el ultrasonido, lo que coincide con los resultados alcanzados por Waldner et al. (1992), Greiner et al. (1996) y Hassen et al. (1996 a). Es importante resaltar que los valores obtenidos son menores al máximo permitido para la certificación de técnicos por parte de la Beef Improvement Federation (B.I.F.) de los Estados Unidos de América, siendo este de ± 7.74 cm².

Se estudió además si existía regresión entre las diferencias observadas (valor de ultrasonido menos el valor de carcasa) y sus respectivos valores de carcasa, tanto para AOB v 12/13 como para AOB v 10/11; la importancia de este análisis es que permite determinar si la técnica incurre sistemáticamente en un error (sobreestimación o subestimación del valor de la característica en la carcasa) en función de la magnitud de la característica de la carcasa. Se comprobó que, con una probabilidad de 0.95, existe regresión entre las diferencias observadas y la magnitud de la variable en la carcasa (ver anexo n°35), indicando los resultados obtenidos que en aquellos animales que presentan un AOB f 10/11 mayor a 60.25 cm² el ultrasonido medido entre la 12° y 13° costillas los subestima sistemáticamente; mientras que cuando la determinación ultrasónica se realiza entre la 10° y 11° costillas la subestimación se da en aquellos animales que tienen un AOB de carcasa mayor a 56.85 cm² (ver figura n° 3).

Figura 3 Diferencias observadas en función del valor de AOB de carcasa para AOB vivo 12/13 y AOB vivo 10/11



La segunda estadística calculada fue la DPA, dado que al promediar los valores para el cálculo de la DP siempre se da la cancelación de las desviaciones negativas y positivas, por lo que un valor de DP cercano a 0 no necesariamente implica estimaciones exactas. Al igual que lo que encontraron Hassen et al. (1996 a) y Perkins et al. (1992 a), las DPA para ambas características son mayores que las DP (2.71 vs. 1.45 cm² y 1.07 vs. 0.41 cm² para AOB v 12/13 y AOB v 10/11, en este trabajo), lo que indica que el ultrasonido si bien para el conjunto de los animales sobreestima el valor del AOB de la carcasa, en algunos se da la subestimación.

El CE se calcula para permitir efectuar la comparación entre distintas variables (por ejemplo AOB y EGS), independientemente de la magnitud y de la unidad con que se miden las mismas. Para la variable AOB el CE es muy bajo tanto para AOBv 10/11 como 12/13 (2.06 y 5.05 %, respectivamente), esto indica que el error en el que se incurre al medir el AOB de carcasa mediante el ultrasonido es una muy baja proporción de la variable que se busca estimar. La magnitud del CE alcanzado es

mejor al obtenido en los estudios de Perkins et al. (1992 a y b), y Hassen et al. (1996 a): 9.4, 6.1 y 8.5 % respectivamente.

El ESP indica la magnitud del error de la predicción una vez que éste ha sido corregido por el error propio de la técnica (DP); en el caso en que las diferencias observadas entre el valor predicho por ultrasonido y el valor de la carcasa fuesen similares para los diferentes animales, el ESP se aproximaría a 0. En esta investigación el ESP obtenido es bajo (1.35 y 3.0 cm² para AOB v 10/11 y AOB v 12/13, respectivamente), y al igual que los resultados obtenidos por Perkins et al. (1992 b) y Greiner et al. (1996), su valor es menor al límite máximo establecido por la B.I.F. para la certificación de los técnicos (ESP máximo permitido : 7.74 cm²).

La magnitud de la exactitud lograda es debida a la conjunción de varios factores:

1) el equipo utilizado permite visualizar en una única imagen el AOB en su totalidad, conforme a lo señalado por Perkins et al. (1992b),

2) un mismo técnico obtuvo e interpretó las imágenes, el cual poseía en el momento de iniciarse el experimento experiencia previa, además de la certificación de la Facultad de Zootecnia, Agronomía y Veterinaria (Uruguiana, R.S.), de acuerdo a las especificaciones del B.I.F.,

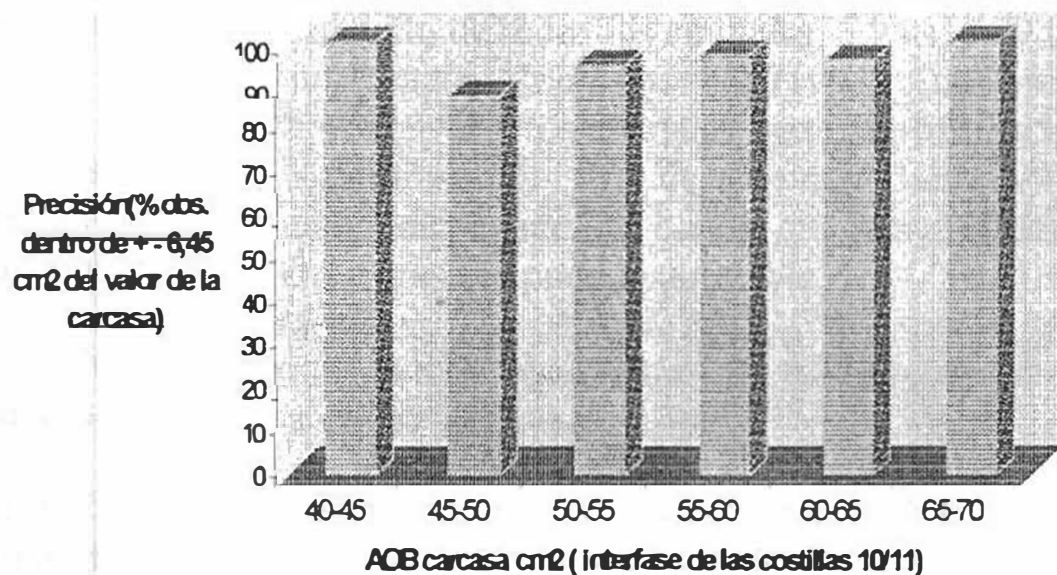
3) para la obtención de la imagen se siguió un protocolo estricto (localización del transductor, corte del pelo de ser necesario, buen contacto acústico, etc.).

En lo concerniente a la precisión, en base al análisis de la distribución de frecuencias (ver cuadro n° 26), lo primero a destacar es que los resultados demuestran que la precisión alcanzada en la determinación del AOB es muy alta, independientemente de donde se mide en el animal en vivo (94.1 y 100 % de las observaciones dentro de ± 6.45 cm² para AOB v 12/13 y AOB v 10/11, respectivamente).

Si se comparan los valores obtenidos con los reportados por la literatura (Smith et al. 1990, Perkins et al. 1992 a y b, Smith et al. 1992, Hassen et al. 1996 a), se puede apreciar que en ninguno de los trabajos se alcanzaron valores de tan alta magnitud. Los factores que incidieron en la muy alta precisión alcanzada son probablemente los mismos que fueron mencionados con anterioridad en la discusión de la exactitud para AOB.

La precisión de la determinación mediante ultrasonido según estratos de AOB de carcasa, indica que la precisión es la misma independientemente del valor del AOB de carcasa (ver figura n°5 y anexos n°33 y 34). A este respecto, Perkins et al. (1992 a) encontraron que las determinaciones de ultrasonido son algo más precisas para animales cuya AOB era menor a 83.9 cm², respecto a aquellos cuya AOB era mayor a 83.9 cm², no existiendo registros de esa magnitud en este trabajo.

Figura 4 Precisión en la determinación del AOB de carcasa mediante ultrasonido(AOBv 12/13) en función de la magnitud del AOB carcasa.



4.2.2 EGS

Las correlaciones calculadas entre EGSf 10/11 y EGSv muestran que la asociación es mayor entre EGSf 10/11 y EGSv 10/11 que entre EGSf 10/11 y EGSv 12/13 (0.886 y 0.642, respectivamente). La alta asociación entre EGSf 10/11 y EGSv 10/11 es similar a la alcanzada por varios trabajos (Perkins et al. 1992b, Hamlin et al. 1995 a y Greiner et al. 1996), en los cuales se median ambas variables entre las costillas 12/13 tanto en vivo como en frigorífico. Las diferentes correlaciones pueden ser explicadas en base a que en el primer caso las determinaciones se llevaron a cabo en el mismo sitio, mientras que en el segundo caso las determinaciones se realizaron en diferentes puntos de la carcasa, siendo la correlación entre ambos valores de EGSv de 0.531.

En lo concerniente a la diferencia promedio (DP) entre el valor medido con ultrasonido y el valor de la carcasa, se puede notar que tanto para EGS v 10/11 como EGS v 12/13, los valores están dentro del rango exigido por el BIF para la certificación de sus técnicos (sesgo máximo permitido ± 3.05 mm), sin embargo no sólo son de diferente magnitud sino que además su signo es contrario (DP de 0.67 y -1.68 mm, respectivamente). Esto puede ser debido a que los 27 animales en los cuales se midió el EGSv 10/11 estaban promedialmente menos engrasados que el conjunto de todos los animales: 5.9 vs. 6.79 mm de EGS v 12/13, y como señalan Robinson et al. (1992), Eizmendi et al. (1993) y Herring et al. (1994b), los animales más magros tienden a ser sobreestimados por el ultrasonido. Esto de acuerdo a Brethour (1992) es debido a que en los animales magros la banda que indica el límite entre las capas de músculo y grasa es poco distinguible.

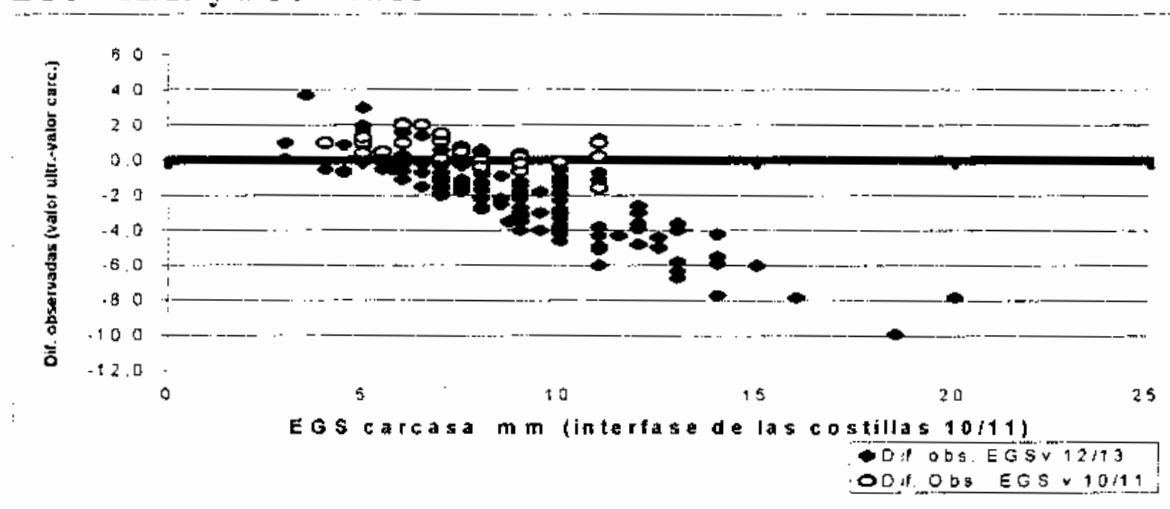
Cuando se evalúa al total de los animales, la subestimación pudo haber sido debida a varios factores:

- 1) el EGS se determina en un área cóncava de la carcasa, por lo que las capas de grasa podrían desplazarse hacia este sitio y así aumentar la magnitud del EGS f 10/11 (Robinson et al. 1992),
- 2) es probable que se haya dado la expansión de capas de grasa luego de quitado el cuero (Robinson et al. 1992),

3) Eizmendi et al. (1993) y Smith et al. (1992) concuerdan en indicar que esta tendencia puede ser causada por una mala interpretación de las capas del tejido conectivo de los animales más engrasados, las que normalmente se desarrollan dentro de la grasa para brindar soporte y rigidez cuando un animal incrementa su engrasamiento.

Se estudió además si existía regresión entre los las diferencias observadas (valor de ultrasonido menos el valor de carcasa) y sus respectivos valores de carcasa, tanto para EGS v 12/13 como para EGS v 10/11, comprobándose que con una probabilidad de 0.95 existía regresión (ver anexo n° 35). La interpretación de los resultados indica que en aquellos animales que presentan un EGS f 10/11 mayor a 5.94 mm el ultrasonido medido entre la 12° y 13° costillas los subestima sistemáticamente; mientras que cuando la determinación ultrasónica se realiza entre la 10° y 11° costillas la subestimación se da en aquellos animales que tienen un EGS de carcasa mayor a 9.77 mm (ver figura n°5).

Figura 5 Diferencias observadas en función de la magnitud del EGS de la carcasa para EGS v 12/13 y EGS v 10/11



En lo que respecta a las DPA, tal como se explicó para AOB, se ve (cuadro n°25) que tanto las DPA para EGS v 12/13 como para EGS v 10/11 son de mayor magnitud que las DP obtenidas (EGS v 10/11: 0.88 vs. 0.67 mm, EGS v 12/13: 2.01 vs. -1.68 mm). Los resultados indican que el ultrasonido no sub o sobreestima para todos los animales, sino que

en algunos de ellos se sobre o subestima, respectivamente, lo que concuerda con lo reportado por Waldner et al. (1992), Hassen et al. (1996) y Perkins et al. (1992 a).

En primer lugar en lo que respecta al CE, éste alcanza un valor de 13.65 % cuando es determinado en vivo en la interfase de las costillas 10/11, mientras que cuando se determina en la interfase de las costillas 12/13 el CE es de 21.4 %. Esto muestra que en la medida que las determinaciones de carcasa y ultrasonido se realicen en el mismo sitio, se es más exacto.

Asimismo, se puede ver que el CE para EGS v 12/13 y EGS v 10/11 es mayor que para AOB v 12/13 y AOB v 10/11, lo que concuerda con Perkins et al. (1992 a y b), y Hassen et al. (1996 a), e indica que el AOB de carcasa es medido en términos relativos con mayor exactitud que el EGS de carcasa. Esto puede ser debido a que, dado que la magnitud del EGS es muy inferior a la del AOB, si se comete un error al medir la primer variable mencionada, el impacto sobre la exactitud de la determinación es mucho mayor en términos relativos (además de las consideraciones realizadas con anterioridad sobre las mediciones de EGS).

El último de los indicadores calculados (ESP), reafirma que la exactitud alcanzada en la determinación del EGS de carcasa es buena, dado que su valor (0.92 y 2.15 mm para EGS v 10/11 y EGS v 12/13, respectivamente) está dentro de los rangos aceptados por la B.I.F. para la certificación de sus técnicos (ESP máximo permitido: 2.54mm).

Por otra parte, la precisión alcanzada en la estimación de EGS de la carcasa fue similar a la obtenida en los trabajos de Smith et al. (1990 y 1992) y Perkins et al. (1992 a y b)⁷, cuando EGS fue medida en la interfase de las costillas 12° y 13°, mientras que cuando se midió entre la 10° y 11° costillas ésta se incrementó de forma importante (69 vs 100 % de las observaciones dentro de ± 2.54 mm para EGS v 12/13 y EGS v 10/11, respectivamente).

⁷ En estos trabajos las determinaciones en vivo y en carcasa se llevaron a cabo en la interfase de las 12° y 13° costillas.

Si se comparan estos resultados obtenidos con los que se discutieron anteriormente para AOB, se puede ver que al medir el EGS se alcanza menor precisión, dado que no sólo los porcentajes dentro del rango son mayores, sino que éste es más exigente para AOB :6.45 cm² representa 11.8 % del AOB de carcasa, mientras que 2.54 mm representa el 30 % del EGS de carcasa.

Al estudiar la relación existente entre la precisión alcanzada en la determinación del EGS de carcasa y la magnitud de la misma, se puede observar que en los animales más engrasados se alcanza una menor precisión: en aquellos cuyo EGS es menor a 7.5mm un 97,6 % de las determinaciones se encuentran entre ± 2.54 mm del valor de la carcasa, mientras que para aquellos que tienen más de 7.5 mm ingresan el 46,1 % (ver anexos n° 36 y n°37). Como señalan Perkins et al (1992 a), esto es probablemente debido en parte a una mala interpretación de los depósitos grasos en el ganado más gordo.

4.2.3 P8

Al analizar las correlaciones entre las características en vivo y en carcasa, se comprobó que la misma para P8 era moderada ($r=0.659$), e inferior a la reportada en la literatura (Robinson et al.1992,Wallace et al. 1977 y Miller et al. 1986 citados por Williams 1995). La magnitud de la correlación alcanzada no fue más alta probablemente debido a la dificultad de la ubicación del sitio P8 en la carcasa, en concordancia con lo afirmado por Dicker et al. (1988). No sólo se debe tomar en cuenta lo anterior, sino que además una vez determinado el sitio de medida, se hace difícil distinguir con precisión el límite entre la capa de grasa subcutánea y el comienzo del músculo, con la metodología utilizada.

La magnitud del DP (-1.08 mm) indica que el ultrasonido subestima en promedio el valor de P8 de la carcasa, contrariamente a lo reportado por Dicker et al. (1988) y Robinson et al. (1992). Esto se puede deber a que se da la expansión de las capas de grasa luego de que se retira el cuero de la carcasa, o bien a la metodología empleada para la determinación del P8 de la carcasa. Si se emplea el mismo criterio que el

B.I.F. utiliza para la variable EGS (DP máximo permitido de ± 3.05 mm), el valor de -1.08 mm es muy bueno.

Además, se estudió si existía regresión entre las diferencias observadas (valor de ultrasonido menos el valor de carcasa) y sus respectivos valores de carcasa, comprobándose que, con una probabilidad de 0.95, existía regresión (ver anexo n° 35). La interpretación de los resultados indica que en aquellos animales que presentan un P8 frío mayor a 7.42 mm el ultrasonido los subestima sistemáticamente.

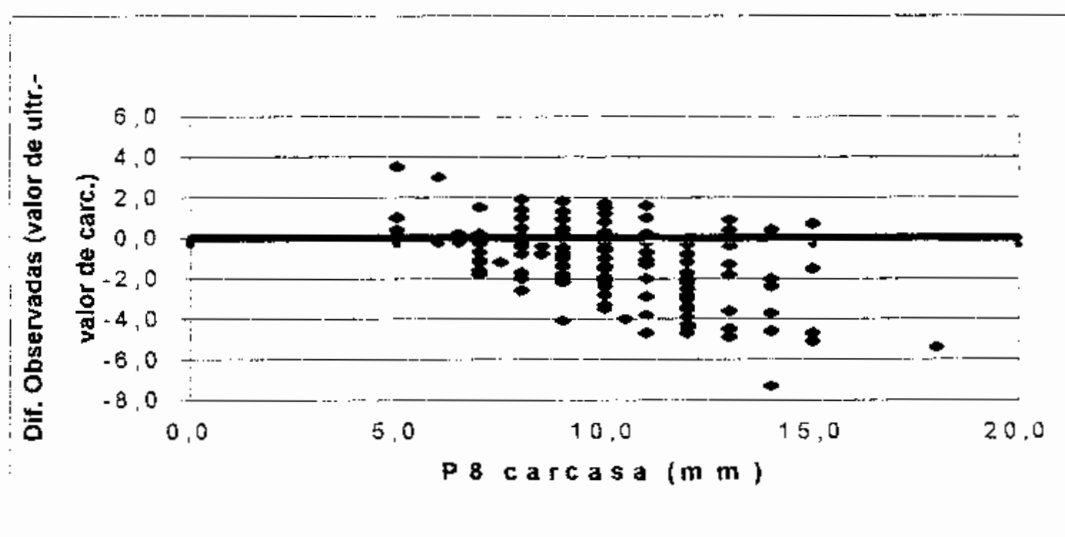


Figura 6 Diferencias observadas de P8(valor de ultrasonido- valor de carcasa) en función del P8 de carcasa.

El valor de la DPA obtenida para P8 es superior a la DP (1.53 vs. -1.08 mm respectivamente), por lo que la técnica si bien en promedio subestima el valor de P8 de la carcasa, en algunos casos se da la sobreestimación.

En lo que respecta a la magnitud del CE (14.92%), ésta es similar a la obtenida por el EGS vivo 12/13 y superior al alcanzado por el AOBv 12/13 (21.38 y 5.05% respectivamente), siendo ésta explicada por las mismas causas que fueron mencionadas para EGS.

El valor de ESP calculado es de magnitud similar al del EGSv 12/13 (P8: 2.04 mm; EGSv 12/13: 2.15 mm), y de seguirse el mismo criterio

que el B.I.F. emplea para EGS (valor máximo permitido: 2.54 mm), también se situaría por debajo del límite máximo establecido.

La precisión alcanzada en la estimación del P8 de carcasa fue alta, situándose el 81.8% de las determinaciones de ultrasonido entre ± 2.54 mm del valor de la carcasa, versus el 69.35 % alcanzado en la determinación de EGSv 12/13; por lo que en la estimación del P8 de carcasa se es más preciso que en la estimación del EGS de carcasa. Estos resultados son contrarios a los encontrados por Dicker et al. (1988), en cuyo trabajo se alcanzó mayor precisión en la determinación del EGS de la carcasa que en la de P8 de carcasa.

Al igual que para EGS se puede observar que en los animales que presentan mayor engrasamiento se obtiene una menor precisión: en aquellos cuyo P8 de carcasa es menor a 7.5 mm un 91.7% de las observaciones se encuentran entre ± 2.54 mm del valor de la carcasa, mientras que en los que tienen más de 7.5 mm el 79% de ellos ingresan dentro del rango mencionado (ver anexo nº38). Como ya se mencionó, esto es probablemente debido en parte a una mala interpretación de los depósitos grasos en el ganado más gordo (Perkins et al. 1992 a).

4.2.4 Síntesis

Para la variable AOB, todas las estadísticas utilizadas permiten concluir que la exactitud que se alcanza mediante ultrasonido en la determinación del valor de carcasa es alta a muy alta. Asimismo, en la medida que las determinaciones del AOB se llevan a cabo en vivo y en frigorífico en la interfase de las mismas costillas, se es más exacto. Cabe aclarar que la menor exactitud alcanzada al realizar las determinaciones en vivo en la interfase de las costillas 12/13 es producto de que las áreas a medir en vivo y en carcasa son distintas, lo que afecta directamente la exactitud de la determinación, siendo un efecto ajeno a la técnica de ultrasonido.

Otro aspecto a destacar es que se comprobó que existía regresión entre las diferencias del valor de la característica medida mediante

ultrasonido y en la carcasa con la magnitud de la misma en la carcasa, por lo que la exactitud alcanzada es dependiente de la magnitud de la variable en la carcasa.

En lo que respecta a la precisión, lo primero a destacar es que los resultados demuestran que la misma para AOB es muy alta, independientemente de donde se mide en el animal en vivo. A diferencia de lo que se verificó para la exactitud, la precisión en la determinación del AOB es independiente de la magnitud del AOB de la carcasa.

En lo concerniente al EGS, tomando en cuenta todos los indicadores calculados, éste puede ser medido ultrasónicamente con buena exactitud, comprobándose que en aquellos animales donde la determinación de carcasa y ultrasonido se realiza a nivel de la interfase de las mismas costillas se alcanza una mayor exactitud. Al igual que lo señalado para AOB la menor exactitud alcanzada al realizar las determinaciones en vivo en la interfase de las costillas 12/13 es producto de que los espesores de grasa subcutánea a medir en vivo y en carcasa son distintos, lo que afecta directamente la exactitud de la determinación, siendo un efecto ajeno a la técnica de ultrasonido.

Se verificó que existía regresión entre las diferencias del valor de la característica medida mediante ultrasonido y en la carcasa con la magnitud de la misma en la carcasa, por lo que la exactitud alcanzada es dependiente de la magnitud del EGS en la carcasa.

La precisión alcanzada para la determinación del EGS de la carcasa es buena, observándose que en los animales más engrasados se alcanza una menor precisión.

Por último, en lo respectivo al P8, el análisis conjunto de todos los indicadores presentados permite afirmar que la exactitud alcanzada para P8 es buena, similar a la alcanzada para EGS e inferior a la obtenida para la determinación de AOB. Al igual que para AOB y EGS, la exactitud alcanzada es dependiente de la magnitud del P8 en la carcasa.

Al igual que para EGS, la precisión alcanzada para la determinación del P8 de la carcasa es buena, observándose que en los animales más engrasados se alcanza una menor precisión.

La buena exactitud alcanzada en las determinaciones de las características de la carcasa posibilitaría su empleo para formar grupos homogéneos de animales para su alimentación diferencial en función de su fase de desarrollo (por ej. teniendo en cuenta su grado de engrasamiento), haciendo coincidir los requerimientos animales con sus óptimos manejos nutricionales, reduciendo los costos de alimentación y obteniendo un producto que satisfaga las demandas del consumidor. Otra posible aplicación de esta técnica es la estimación de los valores de cría (DEP) de los reproductores para las características de la carcasa (AOB, EGS y P8), las cuales serían moderadamente heredables; por lo que se podría obtener un progreso genético rápido y económico, disminuyendo los costos y los periodos de tiempo que implica la realización de test de progenie diseñados en base a mediciones de carcasa en el frigorífico. Asimismo el ultrasonido podría ser empleado para el estudio de los procesos de crecimiento y desarrollo.

4.3 ECUACIONES PARA LA PREDICCIÓN DE AOB, EGS Y P8 DE LA CARCASA

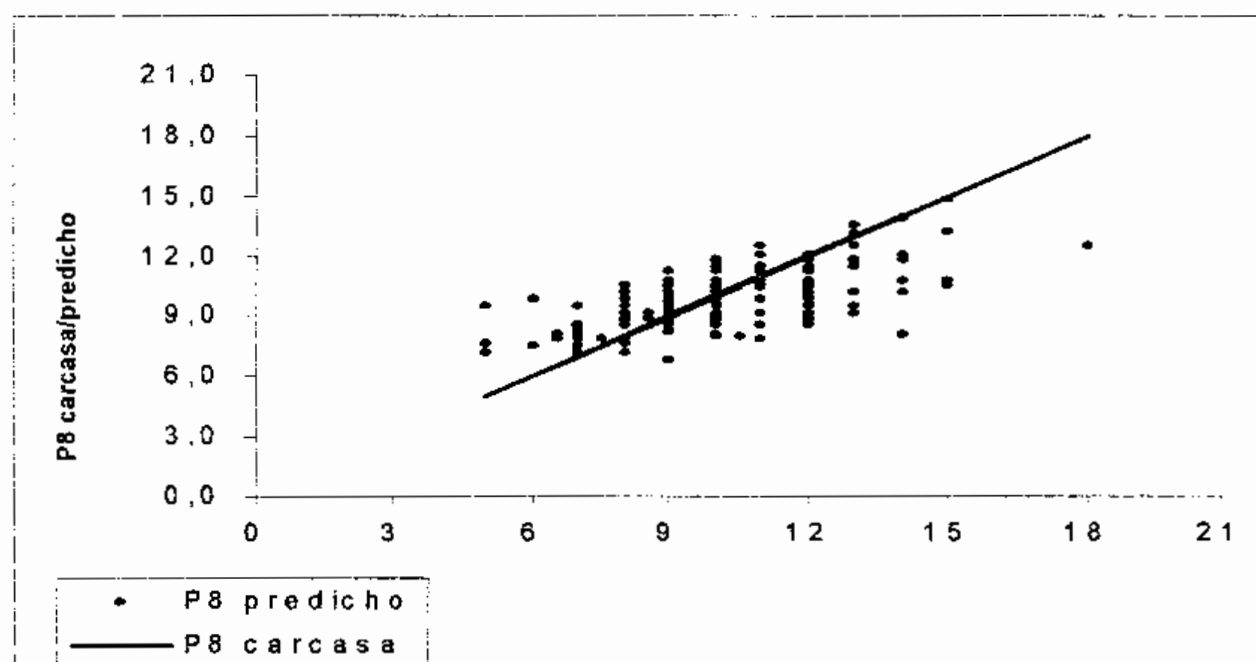
Los modelos que se pasarán a discutir para la predicción de EGSf 10/11, AOBf 10/11 y P8 frío, toman como variables predictoras AOBv 12/13, EGSv 12/13 y P8v, debido a que el primero de los objetivos del trabajo es la evaluación del poder predictivo de las mismas, y no de AOBv 10/11 y EGSv 10/11. Esto se debe a que se busca la compatibilidad de los resultados alcanzados con las bases de datos de la investigación internacional.

A continuación se exhiben las ecuaciones de predicción generadas para las características de la res medidas mediante ultrasonido, y las gráficas que ilustran el ajuste de las ecuaciones de predicción a los valores observados en la carcasa.

Cuadro n° 27 Ecuaciones de predicción para AOB, EGS y P8 de carcasa

Variable a predecir	Var. indep.	Parámetro		R ² del modelo	RCME
		β_0	β_1		
AOBf 10/11	AOBv 12/13	2.588	0.920	0.780	2.18
P8 f	P8 v	3.174	0.745	0.520	1.36
EGS f10/11	EGS v 12/13	0.598	1.126	0.463	1.64

Figura 7 Ajuste de la ecuación de predicción para P8 de carcasa



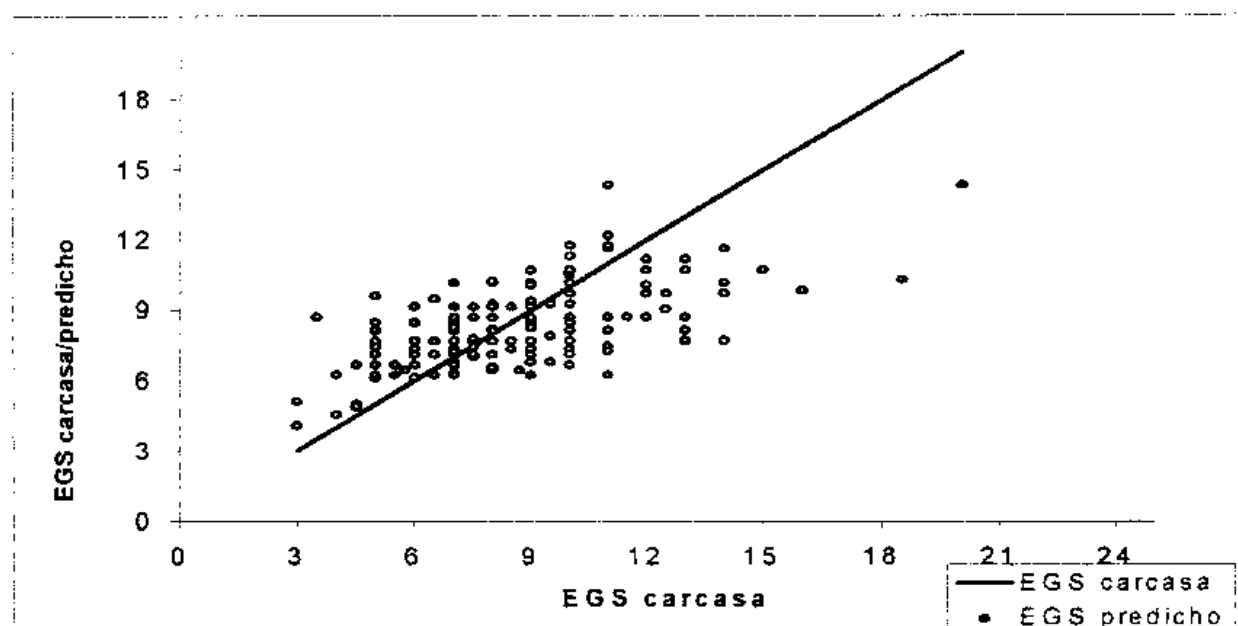


Figura 8 Ajuste de la ecuación de predicción para EGS de carcasa

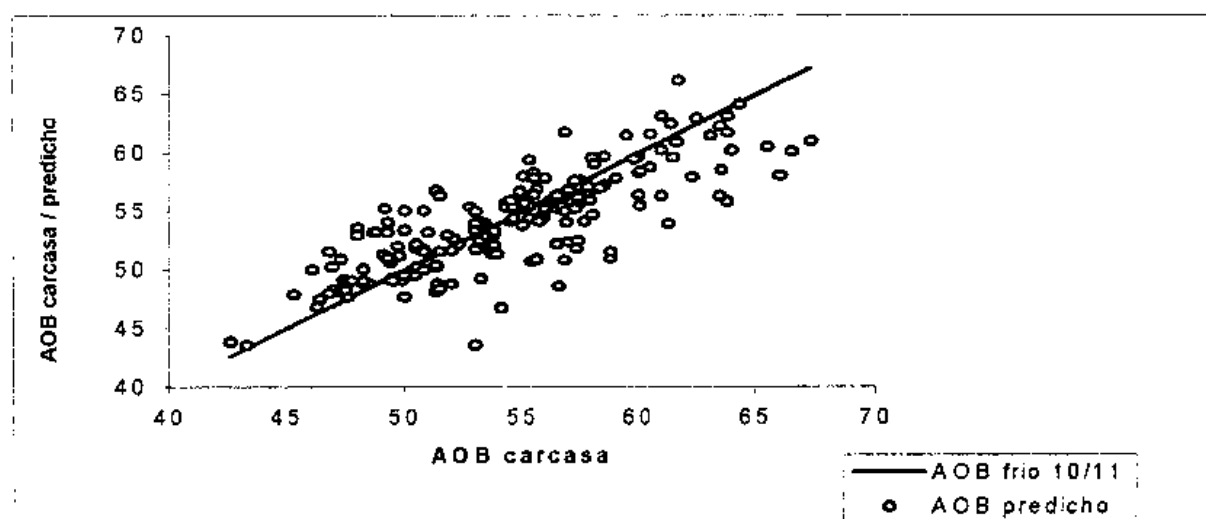


Figura 9 Ajuste de la ecuación de predicción para AOB de carcasa

Lo primero que cabe mencionar es que se realizó la detección de *outliers* y puntos influyentes procediendo a eliminarlos. Esto generó un aumento importante en los R^2 para los tres modelos de predicción, y la disminución de la RCME con respecto a los modelos a los cuales no se les había eliminado los *outliers* y puntos influyentes (ver anexo n° 39).

En el cuadro n° 27 se puede observar que el AOBv 12/13 es la variable independiente que explica el mayor porcentaje de variación de la

característica de carcasa que busca predecir, lo cual es esperable dado que fue la característica medida con ultrasonido que obtuvo mayor precisión y exactitud en la determinación de ésta.

En las estimaciones de EGS y P8 de la carcasa a partir de sus respectivos valores de ultrasonido, se alcanzaron valores de R2 y RCME parecidos entre sí (R2: 46,3 y 52 %; RCME :1.64 y 1.36 mm para EGS y P8 respectivamente), indicando que el poder predictivo para ambas es medio.

A continuación se presentan las correlaciones de Spearman entre los valores predichos para AOB, EGS y P8 de carcasa por estos modelos y las mismas características medidas directamente en la carcasa.

Cuadro n° 28 Correlaciones de Spearman entre las variables registradas en la carcasa y el valor predicho por los modelos de predicción.

Variable	P8 predicho	EGS predicho	AOB predicho
P8 carcasa	0.684 ①		
EGS carcasa		0.654 ①	
AOB carcasa			0.873 ①

① Valores diferentes de cero ($P < 0.01$).

Como se puede observar en el cuadro n° 28, el modelo para la predicción de AOB de carcasa ordena a los animales del mismo modo en que éstos lo hacen según su valor de carcasa. La menor magnitud de las correlaciones de Spearman observadas para EGS y P8 indican que los modelos de predicción no respetan estrictamente el ordenamiento de los animales de acuerdo al valor de carcasa, sugiriendo la existencia de cambios en el rango en los valores extremos.

4.4 ASOCIACIÓN ENTRE LAS VARIABLES REGISTRADAS Y EL PRODUCTO VENDIBLE

4.4.1 Correlaciones entre las variables continuas registradas y el producto vendible

A nivel internacional se define producto vendible de maneras variadas, sin embargo en la gran mayoría de los trabajos los cortes de mayor valor económico constituyen la proporción más importante del producto vendible (Epley et al. 1970, Cross et al. 1973, May et al. 1989, Herring et al. 1994 a, Hamlin et al. 1995 b, Greiner et al. 1996, Williams et al. 1997, Caravia y González 1998).

En este estudio se consideran peso en segunda balanza, rendimiento en segunda balanza, peso del corte pistola tres costillas con garrón y porcentaje del corte pistola, como las variables que cuantifican el producto vendible. Al peso en segunda balanza y al rendimiento en segunda balanza se los busca predecir porque se los considera como un primer acercamiento hacia cuan aprovechable comercialmente es el animal, mientras que el peso y el porcentaje del corte pistola son de interés porque están constituidos por los cortes de mayor valor económico.

En el cuadro n° 29 se presentan las correlaciones entre las variables registradas tanto en vivo como en frigorífico y las variables relacionadas con el rendimiento cárnico.

Cuadro n° 29 Correlaciones entre las variables registradas y el producto vendible

	<u>Peso 2º bal.</u>	<u>Rendimiento</u>	<u>Peso media res</u>	<u>Peso corte pistola</u>	<u>Porcentaje pistola</u>
<i>EGSv12/13</i>	0.203 ^①	0.229 ^①	0.204 ^①	0.117	-0.302 ^①
<i>EGSf10/11</i>	0.159 ^②	0.241 ^①	0.167 ^②	0.067	-0.334 ^①
<i>AOBv 12/13</i>	0.481 ^①	0.259 ^①	0.502 ^①	0.504 ^①	-0.001
<i>AOBf 10/11</i>	0.384 ^①	0.212 ^①	0.404 ^①	0.412 ^①	0.022
<i>P8 vivo</i>	0.182 ^②	0.341 ^①	0.182 ^②	0.083	-0.339 ^①
<i>P8 frío</i>	0.090	0.210 ^①	0.067	-0.045	-0.374 ^①
<i>Marmoreado</i>	-0.065	-0.118	-0.020	0.030	0.149 ^②
<i>Peso vivo</i>	0.887 ^①	0.061	0.887 ^①	0.864 ^①	0.097
<i>Peso 2º bal.</i>	1	0.475 ^①	0.986 ^①	0.936 ^①	-0.196 ^①
<i>Peso media res</i>	0.986 ^①	0.443 ^①	1	0.955 ^①	-0.180 ^②
<i>Rendimiento</i>	0.475 ^①	1	0.443 ^①	0.384 ^①	-0.223 ^①

① Valores diferentes de 0 ($P < .01$)

② Valores diferentes de 0 ($P < .1$)

N=186 en todos los casos excepto en Marb(N= 129)

Las variables peso en segunda balanza, peso de media res y rendimiento en segunda balanza fueron correlacionadas tanto con las medidas registradas en vivo y en la carcasa, como con aquellas relacionadas con el rendimiento cárnico, porque en los modelos de predicción que se desarrollarán posteriormente serán utilizadas tanto como variables independientes como variables a predecir.

Como se observa en el cuadro n°29 las variables que están más relacionadas con peso en segunda balanza y con peso de media res son peso vivo y peso de media res para la primera variable ($r=0.887$ y 0.986 , respectivamente), y peso vivo y peso en segunda balanza para la última de las variables ($r=0.887$ y 0.986 , respectivamente).

En segundo lugar se sitúan el rendimiento en segunda balanza y las variables relacionadas con la muscularidad, las cuales alcanzan correlaciones medias con peso en segunda balanza y peso de media res ($r_{AOB}=0.384-0.502$; $r_{rendimiento \text{ en segunda balanza}}=0.443-0.475$). Por último aparecen con una baja correlación las variables que estiman engrasamiento, siendo dentro de éstas el EGS v 12/13 la variable que está

más altamente correlacionada ($r=0.203$ y 0.204 para peso en segunda balanza y peso de media res, respectivamente).

La alta correlación existente entre el peso vivo con el peso en segunda balanza y peso de media res concuerda con los trabajos llevados a cabo por Faulkner et al. (1990), Waldner et al. (1992) y Hassen et al. (1999). Estos resultados son de esperar dado que son animales de estructura (*frame*) similar, y al estar sin acceso a agua y alimentos previamente a la faena, el residuo duro y el contenido gastrointestinal no serían muy variables, lo que hace que el peso vivo sea un buen predictor del peso en segunda balanza y peso de media res. A su vez, si se considera que el peso de la media res se obtiene al cuartear las carcasas siguiendo el eje de la espina dorsal, y que las mermas en las cámaras son mínimas, es de esperar que la correlación de peso de media res con peso de segunda balanza sea más alta que con peso vivo.

Con respecto a la magnitud de la correlación entre AOB y pesos de carcasa y media res, se ve que ésta es mayor con AOB ultrasónica que con AOB medido en la carcasa (r de peso en segunda balanza, peso de media res con AOB ultrasónico= 0.481 y 0.502 ; con AOB de carcasa= 0.384 y 0.404 , respectivamente): Estos resultados son coincidentes con los reportados por Hamlin et al. (1995 b) y Waldner et al. (1992), lo que puede ser debido a que el cuarteado de la res afecta el AOB de la carcasa .

El que la asociación entre AOB medida tanto en vivo como en la carcasa con peso en segunda balanza o de media res sea moderada, es debido a que las mismas están constituidas no sólo por músculo, sino también por hueso y una proporción muy variable de grasa, lo que disminuiría la asociación entre el AOB y las dos variables citadas anteriormente.

En lo que respecta a la correlación de EGS con peso en segunda balanza y peso de media res, ésta sería baja dado que como lo estableció Cianzaio (1972), el EGS es un buen cuantificador de los kg. de grasa de la carcasa, siendo que en animales más bien magros como los utilizados en este estudio ($EGS \text{ v } 12/13 = 6.79 \text{ mm}$ de promedio), los kg. de grasa no

representarían una proporción importante del peso de la carcasa. Al ser P8 un indicador de la grasa subcutánea se considera que lo anteriormente explicado sería aplicable también para esta variable.

En lo que respecta a la asociación con rendimiento en segunda balanza, las que presentan una correlación más alta son peso en segunda balanza y peso de media res ($r=0.475$ y 0.443 , respectivamente). Las variables que buscan estimar el engrasamiento o la muscularidad están pobremente asociadas, siendo dentro de ellas el P8 v la que alcanza la más alta correlación ($r=0.341$). El peso vivo no está significativamente asociado.

La asociación entre AOB y rendimiento en segunda balanza es baja, posiblemente debido a que como lo mencionó Cianzio (1972), el rendimiento en segunda balanza en sí dice poco de la composición de la res, es decir, los kg de músculo, grasa y hueso que la constituyen, por lo que sería de esperar que un indicador de muscularidad no estuviera altamente asociado con un indicador que se limita a señalar cuan aprovechable es el animal.

En lo relativo a la asociación de EGS y P8 con rendimiento en segunda balanza, la misma es de baja magnitud posiblemente debido a que los animales bajo estudio no tenían un alto nivel de engrasamiento, y por lo tanto no realizarían comparativamente un gran depósito de grasa en la canal en relación a las partes que no la constituyen, por lo que el rendimiento en segunda balanza no se vería significativamente afectado.

El corte pistola es la variable que se aproxima más a la cuantificación de lo que sería el peso de cortes comerciales tal cual es definido en la literatura internacional. Como fue mencionado en la sección anterior, el corte pistola no solamente está constituido por cortes vendibles sino que además involucra un importante componente óseo y de grasa que será luego recortada, es decir que su peso no es enteramente comercializable como cortes.

Las variables que están más asociadas con peso del corte pistola son peso vivo, peso en segunda balanza y peso de media res ($r=0.864$, 0.936

y 0.955, respectivamente), lo que concuerda con los trabajos internacionales al respecto (Herring et al. 1994 a, Greiner et al. 1996, Williams et al. 1997, Caravia y González 1998 y Hassen et al. 1999). Esto es de esperar dado que el corte pistola constituye prácticamente todo el cuarto trasero, exceptuando el vacío y el asado correspondientes a las tres últimas costillas.

El AOB medido en vivo y en la carcasa está moderadamente correlacionado con el peso del corte pistola ($r=0.504$ y 0.412 , respectivamente), lo cual concuerda con los trabajos de Epley et al. (1970), Faulkner et al. (1990), Herring et al. (1994 a), Hamlin et al. (1995 b), Hassen et al. (1997) y Williams et al. (1997)⁸. Al igual que lo que se vio para peso de media res y segunda balanza, la correlación de AOB v 12/13 con peso del corte pistola es mayor que la existente entre AOB f 10/11 y la misma, lo cual probablemente es debido a que ésta última pudo haber sido alterada por el cuarteo de la media res.

La asociación de AOB con producto vendible determinada exclusivamente en base a cortes es media (Epley et al. 1970, Herring et al. 1994a, Hamlin et al. 1995b b, Hassen et al 1997 b, Williams et al. 1997, Hassen et al. 1999) por lo que la magnitud de la correlación entre AOB y peso del corte pistola era de esperar que no fuese superior, dado que este último contiene además hueso y grasa sin recortar. Adicionalmente, algunos estudios (Cianzio 1972, Johnson 1998) cuestionan el valor del AOB como un indicador de la muscularidad total.

En relación al peso del corte pistola se observa en el cuadro n° 29 que ni EGS, ni P8, ni marmoreado, están significativamente asociadas con el mismo, lo cual posiblemente se debe a los mismos factores mencionados al discutir la asociación de éstas variables con peso en segunda balanza o peso de media res.

El porcentaje del corte pistola está asociado en forma negativa y baja a las variables EGS v 12/13, EGS f 10/11, P8 v, P8 f, peso en segunda balanza y peso de media res ($r=-0.302$, -0.334 , -0.339 , -0.374 , -

⁸ Cabe aclarar que en estos trabajos el producto vendible no era el corte pistola, sino que se determinaba tal como se explicó en las secciones anteriores de este trabajo.

0.196 y -0.180, respectivamente); mientras que la asociación del porcentaje del corte pistola con marmoreado es positiva pero baja ($r=0.149$). La magnitud de las correlaciones muestra la existencia de cierta tendencia a que los animales de carcasas más pesadas, con mayor nivel de grasa subcutánea y con mayor rendimiento en segunda balanza alcancen un menor porcentaje de corte pistola.

En contraposición a lo mencionado para peso de media res, peso del corte pistola y peso en segunda balanza, son AOB, EGS y P8 determinadas en la carcasa, y no mediante ultrasonido, las que alcanzan correlaciones más altas con porcentaje de pistola.

El hecho de que las variables que buscan estimar el nivel de engrasamiento de la carcasa estén negativamente asociadas con porcentaje del corte pistola, sería debido a que como señalaron Berg y Butterfield (1976) en la medida que aumenta el nivel de engrasamiento una gran proporción de la grasa se traslada hacia los cortes que se encuentran en la región ventral de la canal, por lo que el peso relativo de los cortes traseros disminuye. Se considera que la magnitud de la asociación entre las variables podría ser mayor en la medida que los animales estuviesen más engrasados, y ésta deposición diferencial de la grasa se viese más pronunciada.

De las variables que estiman el engrasamiento, P8 f y P8 v son las que están más estrechamente asociadas con porcentaje del corte pistola, al igual que lo observado por Williams et al. (1997).

Con respecto a la asociación negativa entre peso de media res y peso en segunda balanza con porcentaje del corte pistola, esta se puede deber a que, como mencionó Cianzio en 1972, con el aumento del peso y/o edad se produce un incremento de los cortes situados en la región ventral por lo que el peso relativo de los cortes traseros disminuye.

Como se observa en el cuadro n° 29, las variables AOB v 12/13, AOB v 10/11 y peso vivo, no están significativamente asociadas con el porcentaje del corte pistola.

Los resultados alcanzados para AOB se oponen a lo afirmado por Hamlin et al. (1995 b), quienes sostuvieron que la relación entre AOB y porcentaje de producto vendible se podría esperar que fuese mayor en ganados con menos grasa de cobertura que el empleado en dicho estudio (13.5 mm en promedio de EGS v 12/13). Asimismo la ausencia de asociación entre AOB y porcentaje del corte pistola es coincidente con lo reportado por Epley et al. (1970), Hamlin et al. (1995 b) y Williams et al. (1997), quienes encontraron que el AOB no está asociado con el porcentaje del producto vendible. Por el contrario en la investigación llevada a cabo por Wilson (1997), quien trabajó con 25539 novillos y vaquillonas Angus; encontrando una correlación fenotípica y genética de 0.53 y 0.52, respectivamente, entre porcentaje de producto vendible y AOB de carcasa.

La no existencia de asociación significativa entre peso vivo y porcentaje del corte pistola concuerda con lo afirmado por Williams et al. (1997), pero contrasta con lo encontrado por Herring et al. (1994 a), Greiner et al. (1996) y Hassen et al. (1999).

4.4.2 Análisis de varianza y contraste de promedios para las variables discretas registradas.

A continuación se presentan tres cuadros (n° 30, 31 y 32) que resumen los resultados de los análisis de varianza y contrastes de medias, realizados para evaluar el efecto del nivel de terminación, conformación y dentición en las cinco variables dependientes consideradas (ver anexos n° 30, 31 y 32).

Cuadro n° 30 Variables de predicción según grado de conformación.

Variables	Grados conformación		
	I	N	A
Rendimiento	61.16a	55.41b	53.93c
Segunda balanza	252.5a	232.94a	226.6b
Media res	125.3a	115.02ab	112.23b
Peso pistola	51.9a	47.97a	47.01a
Porcentaje pistola	41.45a	41.71a	41.93a

Promedios dentro de una misma fila con diferentes letras (a,b,c) difieren significativamente al 5%

Cuadro n° 31 Variables de predicción según grado de terminación.

Variables	Grados terminación	
	1	2
Rendimiento	52.08a	55.16b
Segunda balanza	223.43a	231.62a
Media res	109.83a	114.50a
Peso pistola	46.54a	47.78a
Porcentaje pistola	42.44a	41.75a

Promedios dentro de una misma fila con diferentes letras (a,b,c) difieren significativamente al 5%

Cuadro n° 32 Variables de predicción según dentición

Variables	Dentición		
	0	2	4
Rendimiento	54.72 a	55.65 b	56.19 b
Segunda balanza	228.59 b	234.42 a	230.60 ab
Media res	112.99 a	115.86 b	113.76 ab
Peso pistola	47.54 a	47.99 a	47.24 a
Porcentaje pistola	42.1 a	41.42 b	41.51ab

Promedios dentro de una misma fila con diferentes letras (a,b,c) difieren significativamente al 5%

Al analizar la variable conformación se comprobó que aquellos animales que tienen mejor grado de conformación, alcanzan un mayor rendimiento en segunda balanza, lo que estaría dado porque presentan un mayor peso en segunda balanza frente al mismo peso vivo. Esto indica que efectivamente el grado de conformación permite tener una idea de cuan aprovechable es la res.

Otro aspecto a destacar es que los tres grupos de conformación presentaron el mismo peso y porcentaje del corte pistola. Estos resultados coinciden con lo afirmado por Cianzio en 1972, quien sostiene que la conformación como tal no es un buen indicador de las diferencias en la proporción de cortes valiosos. Se considera que esto se podría deber a varios factores:

1) los animales del experimento eran novillos Hereford, como es propio de su tipo biológico, no alcanzan un gran desarrollo muscular, siendo que en las razas continentales (por ejemplo Limousin, Charolais)

la muscularidad puede ser reconocida visualmente (Kirton y Morris 1989 y Johnson 1998),

2) Johnson (1998) cuestiona la utilidad de la conformación ya que en los animales más engrasados son los depósitos de grasa los que determinan el mejor grado de conformación asignado y no el grado de muscularidad que en realidad es lo que se busca evaluar. En este trabajo este factor fue descartado porque el grado de conformación no está asociado con el engrasamiento de los animales.

En lo respectivo a la terminación, lo primero que se desprende del cuadro n° 31 es que aquellos animales cuyo grado de terminación era 2, alcanzaban un mayor rendimiento en segunda balanza que los de menor grado de terminación (55.2 vs. 52.1 %, respectivamente). Esto concuerda con lo reportado por Berg y Butterfield (1976), Cianzio (1972), Kirton y Morris (1989) y Johnson (1998), quienes sostienen que cuanto mayor es el grado de engrasamiento de los animales mayor es el rendimiento de la canal, dentro de una raza dada y para un mismo sexo, lo que es debido a que en la medida que aumenta el engrasamiento, una mayor cantidad de grasa se deposita en la canal en comparación con las partes que no la constituyen (Berg y Butterfield 1976, Johnson 1998).

En lo que concierne al peso o porcentaje del corte pistola, se puede observar que animales con diferente grado de terminación alcanzan el mismo peso o porcentaje del corte pistola, lo que estaría dado porque al pesar el corte pistola se está cuantificando no sólo cortes vendibles sino también, huesos y grasa. Esta forma de definir producto vendible es lo que podría determinar que los animales de mayor engrasamiento visual no alcancen un menor porcentaje de cortes vendibles.

En lo que respecta a la dentición se observa que los animales que presentan 0 dientes alcanzan un menor rendimiento en segunda balanza que los que presentan 2 y 4 dientes (54.7, 55.65 y 56.2 %, respectivamente), lo que es debido a que los animales más jóvenes alcanzan un menor peso en segunda balanza que los de 2 dientes, por estar estos últimos más engrasados que los primeros (6.56 vs. 7.01 mm de EGSv 12/13).

Otro aspecto a destacar es que los animales de 0 dientes alcanzan un mayor porcentaje del corte pistola que los de 2 dientes (42.1 vs.41.42 % respectivamente), porque ambos presentan el mismo peso del corte pistola, pero los animales de 2 dientes tienen un mayor peso de medias. El que presenten ambos grupos de animales igual peso del corte pistola para diferentes pesos de medias podría deberse a que, como mencionó Cianzio en 1972, con el aumento del peso y/o edad se produce un incremento de los cortes situados en la región ventral por lo que el peso relativo de los cortes traseros disminuye.

4.5 PREDICCIÓN DEL PRODUCTO VENDIBLE

4.5.1 Predicción de peso en segunda balanza

Para la predicción de peso en segunda balanza los datos fueron sujetos a técnicas de regresión múltiple utilizando el procedimiento *stepwise* del SAS. Se evaluaron dos modelos, en el primero de ellos (M2°P) se ingresaron como variables independientes peso vivo, AOBv 12/13, EGSv 12/13, P8v y Marmoreado. En el segundo modelo (M2°) se probaron las mismas variables excepto peso, dado que al ser el peso la variable más importante para la predicción de peso en segunda balanza, al excluirlo de los modelos es posible apreciar la importancia del resto de las variables independientes.

A diferencia de los modelos para la predicción de peso y porcentaje del corte pistola, los modelos que se postulan para la predicción de peso en segunda balanza y rendimiento en segunda balanza sólo evalúan como variables independientes aquellas registradas en vivo. Esto es debido a que se considera que evaluar otros modelos de predicción que incluyeran variables registradas a nivel del frigorífico pocos minutos antes de pesar las reses (dentición, conformación, terminación), no se justificaría porque las variables a predecir se determinarían inmediatamente después.

A continuación se resumen los modelos mencionados (ver anexo n°42).

Cuadro n° 33 Modelos para la predicción de Peso de segunda balanza

Modelos	Variables	R2 modelo	R2 parcial	Cp ①	RCME②
M2°P③	Peso vivo	0.8194	0.8194	26.56	6.5
	AOBv12/13	0.8428	0.0234	10.33	6.1
	P8 vivo	0.8525	0.0097	4.79	5.9
M2°④	AOBv12/13	0.1815	0.1815	5.34	10.56
	P8 vivo	0.2262	0.0447	1.16	10.32

① Cp: Cp de Mallow.

② RCME : raíz del cuadrado medio del error.

③ M2°P - Variables evaluadas: Peso vivo, P8 vivo, AOB v12/13, EGS vivo12/13, marmoreado.

④ M2° - Variables evaluadas : P8 vivo, AOB v12/13, EGS vivo12/13, marmoreado.

En el cuadro n°33 se destaca el alto poder predictivo que se alcanza cuando el peso vivo es incluido como una variable independiente, siendo el valor de este trabajo superior al hallado por Hassen et al. (1999) ($R^2 = 0.85$ vs. $R^2 = 0.79$, respectivamente). Como se desprende del cuadro n°33 el poder predictivo alcanzado al incluir peso vivo dentro de las variables independientes es muy superior al obtenido cuando no se lo incluye en el modelo ($R^2 = 0.8525$ vs 0.2262). Con respecto al ajuste del modelo de predicción, se puede afirmar a partir del análisis de la RCME y del Cp, que el ajuste del modelo disminuye al excluir la variable peso vivo.

El peso vivo y el AOBv 12/13 son las variables de mayor poder predictivo en los modelos M2°P y M2°, respectivamente. Estos resultados son de esperar, ya que en esta investigación son las variables que están más estrechamente asociadas con peso de segunda balanza. En la investigación llevada a cabo por Hassen et al. (1999), la ecuación de predicción que se obtuvo estaba constituida por peso vivo y AOB v 12/13, las cuales tenían individualmente similar poder predictivo que el que alcanzan en este modelo (R^2 parcial de 0.73 y 0.04, respectivamente). Como ya se discutió, es esperable que en animales de similar *frame* y que están sin acceso a agua ni alimentos previamente a la faena, el peso vivo sea un excelente predictor del peso en segunda balanza. Asimismo, el bajo poder predictivo alcanzado por el M2° es

debido a que la asociación entre AOBv 12/13 y peso de segunda balanza es media, por estar la carcasa no sólo constituida por músculo sino también por hueso y una proporción variable de grasa.

En lo que respecta a la detección de *outliers* (ver anexo n° 43), se observó para ambos modelos un aumento del poder predictivo de los mismos (R^2 aumentó un 3.9 y 4.92 % para $M2^{\circ}P$ y $M2^{\circ}$, respectivamente) y la disminución de la RCME (1.62 y 4.84 unidades para $M2^{\circ}P$ y $M2^{\circ}$, respectivamente).

Para determinar si los modelos de predicción generados para peso en segunda balanza mantienen el ordenamiento de los animales según el valor de esta variable determinada a nivel del frigorífico, se calcularon las correlaciones de Spearman entre los valores predichos por los modelos y los registrados en el frigorífico.

Cuadro n° 34 Correlaciones de Spearman para modelos de peso en segunda balanza

$M2^{\circ}P$	$M2^{\circ}$
0.848	0.453

Todos los valores son significativos al 1 %

Como se observa en el cuadro, en la medida que se incluye el peso vivo en el modelo de predicción el valor resultante respeta el ordenamiento de los animales según el valor registrado en el frigorífico, mientras que si excluimos ésta variable el ordenamiento de los animales es diferente.

4.5.2 Predicción del Rendimiento en segunda balanza

A continuación se presentan los modelos de predicción desarrollados utilizando el procedimiento stepwise del SAS, para la variable rendimiento en segunda balanza (ver anexo n°42). Se evaluaron dos modelos, en el primero de ellos (MRP) se ingresaron como variables independientes peso vivo, AOBv 12/13, EGSv 12/13, P8v y Marmoreado; en el segundo modelo (MR) se probaron las mismas

variables excepto peso, para evaluar el poder predictivo de los modelos que no incluían esta variable.

Cuadro n° 35 Modelos para la predicción del rendimiento en segunda balanza

Modelo	Variables	R2 modelo	R2 parcial	Cp ^①	RCME ^②
MRP ③	AOB v 12/13	0.1763	0.1763	11.45	1.22
	P8 vivo	0.2606	0.0843	0.96	1.16
MR ④	AOB v12/13	0.1331	0.1331	9.81	1.22
	P8 vivo	0.2093	0.0761	1.02	1.17

① Cp: Cp de Mallow.

② RCME : raíz del cuadrado medio del error.

③ MRP - Variables evaluadas: Peso vivo, P8 vivo, AOB v12/13, EGS vivo12/13, marmoreado.

④ MR - Variables evaluadas: P8 vivo, AOB v12/13, EGS vivo12/13, marmoreado.

Como se ve en el cuadro n°35 los modelos alcanzan un bajo poder predictivo, y están constituidos por las mismas variables: AOBv 12/13 y P8v las cuales explican de un 13 a un 17% y de un 7.6 a un 8.5%, respectivamente, de la variación de rendimiento en segunda balanza. El bajo poder predictivo alcanzado por las variables que los constituyen es debido a que éstas están pobremente asociadas con el rendimiento en segunda balanza.

En lo que respecta a la detección de outliers (ver anexo n° 43), se observó para el modelo MRP un aumento del poder predictivo del mismo (R^2 modelo = 0.22 vs. 0.26), la disminución de la RCME (1.16 vs 1.59) y la obtención de un Cp más adecuado; mientras que para el modelo MR se produjo una disminución del poder predictivo del mismo (R^2 modelo = 0.22 vs 0.21), una disminución del RCME (1.17 vs 1.59) y la obtención de un Cp menos adecuado

Por último en lo que respecta a la predicción del rendimiento en segunda balanza, se presentan las correlaciones de Spearman calculadas entre el rendimiento en segunda balanza determinado a nivel del frigorífico y el valor predicho por ambos modelos.

Cuadro n° 36 Correlaciones de Spearman para modelos de rendimiento en segunda balanza

Modelo con peso	Modelo sin peso
0.443	0.414

Todos los valores son significativos al 1 %

Como lo indican los resultados, el ordenamiento que realizan ambos modelos es diferente de aquel que se obtiene al ordenar a los animales según el rendimiento registrado a nivel del frigorífico, por lo que no se logran resultados satisfactorios con los modelos utilizados.

4.5.3 Predicción del peso del corte pistola.

El procedimiento stepwise del SAS se utilizó para la predicción de peso del corte pistola, desarrollándose cinco modelos que buscaban reflejar las distintas etapas del proceso desde el establecimiento hasta el frigorífico (ver anexo n° 42).

En el primer modelo (**MP1**) se probaron como variables independientes el peso vivo y las medidas tomadas mediante ultrasonido, añadiéndoles en el segundo modelo (**MP2**) aquellas variables que son registradas a nivel del frigorífico antes de ingresar a la cámara (rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación, dentición, segunda balanza). El tercer modelo (**MP3**) está constituido exclusivamente por aquellas variables que son registradas a nivel del frigorífico antes de ingresar a la cámara, mientras que el cuarto modelo (**MP4**) está constituido por todas las medidas registradas a nivel del frigorífico (antes y después de ingresar a la cámara). Por último el quinto modelo (**MP5**) está constituido por todas las variables medidas tanto en vivo como en frigorífico.

Dado que en los modelos MP2, MP3 y MP4 aparecían dos e incluso tres variables relacionadas con el peso (peso vivo, peso de segunda balanza, peso de media res) que estaban probablemente autocorrelacionadas (correlación de Pearson es mayor a 0.85), para determinar cual de ellas ingresaba como variable independiente en los

modelos de predicción se realizó la regresión individual de estas variables con las variables dependientes, pasando a constituir los modelos definitivos aquella que explicaba un mayor porcentaje de variación de la variable que se buscaba predecir (ver anexos n°40 y 41). Para el MP5 no se siguió este criterio porque era de interés comprobar cómo se comportaban las diferentes variables independientes cuando se las tomaba a todas en cuenta.

Por último, se evaluaron los mismos modelos (**M1, M2, M3, M4 y M5**) citados anteriormente excluyendo todas las variables relacionadas con peso (peso vivo, peso de segunda balanza, peso de media res), dado que al ser el peso la variable más importante para la predicción de peso de pistola, al excluirlo de los modelos es posible apreciar la importancia del resto de las variables independientes.

Se presenta a continuación el cuadro que resume los modelos de predicción que incluyen como variables independientes peso vivo, peso de segunda balanza y peso de media res.

Cuadro n° 37 Predicción de peso del corte pistola (incluye variables relacionadas con peso)

Modelos	Variables	R2 del modelo	R2 parcial	Cp	RCME
MP1	Peso vivo	0.8260	0.8260	25.88	1.37
	AOB v 12/13	0.8559	0.0299	4.17	1.25
MP2	Peso 2° balanza	0.8897	0.8897	52.89	1.04
	P8 v	0.9091	0.0195	25.97	0.95
	Dentición	0.9174	0.0083	15.60	0.91
	Rendimiento	0.9212	0.0037	12.10	0.89
	AOB v 12/13	0.9254	0.0042	7.82	0.87
	EGS v 12/13	0.9276	0.0022	6.56	0.86
MP3	Peso 2° balanza	0.9267	0.9267	35.00	0.968
	Dentición	0.9345	0.0078	15.90	0.918
	Conformación	0.9385	0.0040	7.22	0.893
	Rendimiento	0.9401	0.0017	4.74	0.883
MP4	Peso media res	0.9401	0.9401	45.33	0.893
	P8 f	0.9468	0.0067	23.55	0.844
	Dentición	0.9504	0.0036	12.84	0.817
	EGS f 10/11	0.9519	0.0014	9.82	0.808
	AOB f 10/11	0.9536	0.0017	5.82	0.796
MP5	Peso media res	0.9406	0.9406	41.59	0.841
	P8 v	0.9523	0.0117	14.81	0.758
	Dentición	0.9561	0.0038	7.44	0.731

a: MP1 - Variables evaluadas: AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, peso vivo.

b: MP2 - Variables evaluadas: AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, Peso 2° balanza, rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación y dentición.

c: MP3 - Variables evaluadas: Peso 2° balanza, rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación y dentición.

d: MP4 - Variables evaluadas: conformación, terminación y dentición, rendimiento en segunda balanza, Peso media res, P8 f, EGS f 10/11, AOB f 10/11.

e: MP5 - Variables evaluadas: peso vivo, AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, Peso 2° balanza, rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación y dentición, Peso media res, P8 f, EGS f 10/11, AOB f 10/11.

Lo primero a destacar, que es común a todos los modelos, son los altos valores de R2 obtenidos, los cuales varían entre 0.86 y 0.96, siendo de magnitud similar a la reportada en la literatura internacional (Epley et al. 1970, Cross et al. 1973, Faulkner et al. 1990, Herring et al. 1994 a Greiner et al 1996 y Williams et al. 1997).

Asimismo, se observa en el cuadro n° 37, que en todos los modelos las variables que cuantifican peso (peso vivo, peso de segunda balanza y peso de media res), son las que ingresan primero en los distintos modelos y además explican de un 82.6 a un 94 % de la variación del peso del corte pistola. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en los trabajos de Herring et al. (1994 a), Greiner et al. (1996), Williams et al. (1997) y Hassen et al. (1997), en los cuales también una variable relacionada con el peso (peso vivo o peso de carcasa) explica la mayor parte de la variación del peso del producto vendible (de un 59 a un 80 %).

El hecho de que las variables relacionadas con el peso sean las que expliquen la mayor parte de la variación en el peso del corte pistola era de esperar dado que son las que están más asociadas con ésta variable, por estar este corte constituido prácticamente por todo el cuarto trasero.

Al analizar cada uno de los modelos en particular, se puede observar que en el MP1 las variables que ingresan son peso vivo, AOBv 12/13, las cuales explican el 82.6 y un 2.99 % de la variación en el peso del corte pistola, respectivamente. El bajo porcentaje de la variación que explica AOB concuerda con la literatura consultada, donde esta variable no explica más del 10 % de la misma (Herring et al. 1994 a, Greiner et al. 1996, Hassen et al. 1999). La importancia de su inclusión en el MP1 radica en que el Cp disminuye en forma muy significativa.

Si se compara MP1 con aquel constituido exclusivamente por las variables que se registran comúnmente en la planta frigorífica (MP3), se ve que el poder predictivo de este último es superior ($R^2 = 0.86$ vs. 0.94), lo que viene dado porque el peso de segunda balanza explica un 10 % más de la variación que el peso vivo, mientras que las otras variables que ingresan explican en su conjunto un 2%. Al igual que lo mencionado para MP1 si bien las otras variables que ingresan no explican un alto porcentaje de la variación, contribuyen significativamente a la disminución del Cp.

Al igual que los modelos discutidos anteriormente, las variables que ingresan en el MP2 además del peso vivo (P8 v, dentición, rendimiento en segunda balanza, AOBv 12/13 y EGSv 12/13)

contribuyen a disminuir el C_p y el RCME, si bien no explican un alto porcentaje de la variación.

En el MP4 se puede observar que, al igual que el MP3, el aumento en el poder predictivo de la variable que refleja el peso (peso de media res) es lo que determina el aumento del R^2 del modelo en su conjunto. Las otras variables que ingresan en el modelo son P8 frío, dentición, EGS frío y AOB frío, las cuales en su conjunto explican menos del 1.5 % de la variación. A este respecto las variables son similares a las que ingresan en los modelos reportados en la literatura (Epley et al. 1970, Faulkner et al. 1990, Herring et al. 1994 a, Greiner et al. 1996 y Williams et al. 1997). La diferencia con estos trabajos es que en ellos las variables explican un mayor porcentaje de la variación del peso de producto vendible (mínimo R^2 parcial = 11%), siendo la variable de peso considerada peso de carcasa.

El modelo que está constituido por todas las variables registradas, tanto en vivo como en frigorífico (MP5), es el que alcanza el mayor R^2 , siendo las variables que lo constituye peso de media res, P8 v y dentición explicando un 94, 1.2 y 0.4 % de la variación del peso del corte pistola, respectivamente.

Si bien los modelos que incluyen variables que se determinan a nivel del frigorífico (MP2, MP3, MP4, MP5) explican un mayor porcentaje de la variación del peso del corte pistola, que el modelo que está exclusivamente constituido por las variables determinadas en vivo (MP1), el aumento del poder predictivo no es importante (el R^2 de los modelos aumenta de un 7.2 a un 10 % respecto a MP1). Si se comparan estos resultados con los reportados en la literatura internacional, Faulkner et al. (1990), Herring et al. (1994 a) y Greiner et al. (1996), también encontraron que las ecuaciones basadas en las características de la carcasa obtienen en los tres casos mayores R^2 que las ecuaciones basadas en medidas de ultrasonido. A pesar de ello los autores le dan distinta importancia a la magnitud de las diferencias encontradas; mientras que Faulkner et al. (1990) no discuten estas diferencias, Herring et al. (1994 a) y Greiner et al. (1996) afirman que la exactitud de ambos modelos es similar.

Asimismo se ve que si bien la RCME es menor en las ecuaciones que incluyen medidas tomadas en frigorífico que la ecuación basada en medidas registradas en vivo (de 0.73-0.88 para las primeras y 1.24 para MP1), la magnitud de las RCME en cualquiera de los dos casos es mínima.

El mayor poder predictivo de los modelos que incluyen variables registradas a nivel del frigorífico, es debido a que el peso en segunda balanza y el peso de media res explican un mayor porcentaje de la variación del peso del corte pistola que el peso vivo. El peso de segunda balanza con respecto al peso vivo tiene un mayor poder predictivo (R^2 parcial 92.7 vs, 82.6 %, respectivamente), ya que en el no influye el contenido gastrointestinal y el residuo duro⁹ de la carcasa, y a su vez el peso de la media res tiene mayor valor predictivo dado que contempla las mermas que se dan durante la permanencia en la cámara (R^2 parcial 94 %).

Al comparar los cinco modelos discutidos anteriormente con los mismos modelos previamente a la detección de *outliers* y puntos influenciales (ver anexo n°44), se puede notar que esta permitió aumentar en 3-4 % el R^2 de los modelos, disminuir RCME (de 0.299 a 0.44 unidades) y alcanzar valores de C_p más adecuados.

En el cuadro n° 38 se presentan los mismos modelos señalados anteriormente sin incluir ninguna variable relacionada con el peso.

⁹ residuo duro de la carcasa está constituido por las extremidades, la cabeza, el cuero y la cola.

Cuadro n° 38 Predicción de peso del corte pistola (no incluye variables relacionadas con peso)

Modelos	Variables	R2 del modelo	R2 parcial	Cp	RCME
M1 a	AOB v 12/13	0.2059	0.2059	2.41	2.247
M2 b	AOB v 12/13	0.2177	0.2177	-0.27	2.166
M3 c	Conformación	0.0619	0.0619	2.39	2.86
M4 d	AOB f 10/11	0.1821	0.1821	4.94	2.58
	Conformación	0.2059	0.0238	2.18	2.55
M5 e	AOB v 12/13	0.2046	0.2046	-3.52	2.14

a M1 - Variables evaluadas: AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado.

b M2 - Variables evaluadas: AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, conformación, terminación y dentición.

c M3 - Variables evaluadas: conformación, terminación y dentición.

d M4- Variables evaluadas : conformación, terminación y dentición, P8 f, EGS f 10/11, AOB f 10/11.

e M 5 - Variables evaluadas: AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, conformación, terminación y dentición, P8 f, EGS f 10/11, AOB f 10/11.

Como era esperable, los modelos disminuyen en forma marcada su poder predictivo al excluir las variables relacionadas con el peso, siendo el máximo R2 obtenido de 0.2177, mientras que en el caso anterior el R2 mínimo era de 0.8606. Esto es debido a que se excluyeron de los modelos las variables que están más asociadas con peso del corte pistola.

En el cuadro n° 38 se aprecia que en los modelos que no incluyen peso el AOB ultrasónico y de carcasa son las variables que cuando son consideradas como variables independientes, son las primeras en ingresar en el proceso de selección de los modelos, explicando la mayor parte de la variación del peso del corte pistola; a pesar de lo cual su poder predictivo no es muy alto dada su moderada asociación ($r= 0.504$ y 0.412 entre AOB ultrasónica y AOB de carcasa con peso del corte pistola, respectivamente).

El relativamente bajo poder predictivo alcanzado por el AOB se podría deber a que no se está prediciendo únicamente peso muscular sino que el corte incluye tejido óseo y adiposo. Asimismo la asociación entre AOB y peso del producto vendible definida exclusivamente en base al peso de cortes vendibles, es moderada (Faulkner et al. 1990, Herring et al.

1994 a, Hamlin et al. 1995b, Hassen et al. 1997, Williams et al. 1997 y Hassen et al. 1999), por lo que no sería de esperar que en el corte pistola fuese superior.

Si se comparan los distintos modelos se ve que el M1 alcanza el mismo poder predictivo ($R^2=0.2059$) que el modelo constituido por todas las variables tomadas en frigorífico (M4: $R^2=0.2059$) o que aquel constituido por todas las variables registradas (M5: $R^2=0.2046$).

Asimismo se puede notar (ver anexo nº 45) que la detección de *outliers* y puntos influyentes si bien no significó un aumento importante de los R^2 del modelo si permitió alcanzar valores de C_p más apropiados y condujo a la disminución de RCME (desde 0.903 hasta 1.01 unidades).

En lo que respecta al ordenamiento de los animales que realizan los modelos de predicción, se observa en el cuadro nº 38 que independientemente de las variables que los constituyan, los modelos que incluyen peso vivo realizan un ordenamiento de los animales que se apega más estrictamente al que se obtiene al determinar el peso del corte pistola en la planta frigorífica que los modelos que no incluyen peso.

Cuadro nº 39 Correlaciones de Spearman para modelos de peso de pistola

Modelos con peso	r	Modelos sin peso	r
MP1	0.855	M1	0.476
MP2	0.942	M2	0.481
MP3	0.957	M3	0.237
MP4	0.967	M4	0.418
MP5	0.968	M5	0.491

Todos los valores son significativos al 1 %

4.5.4 Predicción del porcentaje del corte pistola

Para la predicción del porcentaje del corte pistola, los datos fueron sujetos a técnicas de regresión múltiple utilizando el procedimiento stepwise del SAS, desarrollándose cinco modelos (ver anexo nº42).

En el primer modelo (**M1P%**) se probaron como variables independientes el peso vivo y las medidas tomadas mediante ultrasonido, agregándose en el segundo modelo (**M2P%**) a estas variables aquellas que son registradas a nivel del frigorífico antes de ingresar a la cámara. El tercer modelo (**M3P%**) está constituido exclusivamente por aquellas variables que son registradas a nivel del frigorífico antes de ingresar a la cámara, mientras que el cuarto modelo (**M4P%**) está constituido por todas las medidas registradas a nivel del frigorífico (antes y después de ingresar a la cámara). Por último el quinto modelo (**M5P%**) está constituido por todas las variables medidas tanto en vivo como en frigorífico. Estos modelos incluyen como variables independientes peso vivo, peso en segunda balanza, peso de media res, luego se analizarán los mismos modelos excluyendo las tres variables mencionadas anteriormente (**M1%, M2%, M3%, M4%, M5%**).

A continuación se presenta el cuadro n° 40 donde se resumen los modelos para predicción del porcentaje del corte pistola, incluyendo variables relacionadas con peso.

Cuadro n° 40 Predicción del porcentaje del corte pistola (incluye variables relacionadas con peso)

	Variables	R2 del modelo	R2 parcial	Cp	RCME
M1P% a	P8 v	0.1817	0.1817	12.00	0.772
	Peso vivo	0.2265	0.0448	6.99	0.753
M2P% b	P8 v	0.2118	0.2118	21.35	0.734
	Dentición	0.2866	0.0749	10.78	0.702
	Peso 2° balanza	0.3219	0.0352	6.86	0.687
	AOB v12/13	0.3468	0.0249	4.68	0.678
M3P% c	Rendimiento	0.1309	0.1309	16.84	0.782
	Dentición	0.1799	0.0490	8.47	0.762
	Peso 2° balanza	0.2114	0.0314	3.82	0.750
M4P% d	Rendimiento	0.1338	0.1338	35.06	0.775
	P8 f	0.1990	0.0652	21.85	0.747
	Dentición	0.2369	0.0379	15.01	0.731
	Peso 2° balanza	0.2597	0.0228	11.69	0.723
	AOB f 10/11	0.2875	0.0278	7.21	0.711
	EGS f 10/11	0.3039	0.0164	5.39	0.705
M5P% e	P8 v	0.2186	0.2186	17.59	0.702
	Dentición	0.2979	0.0793	6.94	0.668
	Peso 2° balanza	0.3354	0.0375	2.96	0.653

- a: M1P% - Variables evaluadas: AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, peso vivo.
 b: M2P% - Variables evaluadas: AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, Peso 2º balanza, rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación y dentición.
 c: M3P% - Variables evaluadas: Peso 2º balanza, rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación y dentición.
 d: M4P% - Variables evaluadas: conformación, terminación y dentición, rendimiento en segunda balanza, Peso 2º balanza, P8 f, EGS f 10/11, AOB f 10/11.
 e: M5P% - Variables evaluadas: peso vivo, AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, Peso 2º balanza, rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación y dentición, peso de media res, P8 f, EGS f 10/11, AOB f 10/11.

En el cuadro n °40 se aprecia que el poder predictivo que se alcanza para la variable porcentaje del corte pistola es inferior al obtenido en la predicción del peso del corte pistola, mientras que para la primer variable se obtuvo un R2 de 21.1 a 34.7 %, para la segunda variable el R2 oscila entre 86 y 96%. En este sentido la literatura consultada es coincidente al plantear que el poder predictivo alcanzado para la variable porcentaje de producto vendible es inferior al alcanzado para peso de producto vendible. En lo que esta investigación difiere con los resultados internacionales (Epley et al. 1970, Cross et al. 1973, Faulkner et al. 1990, Herring et al. 1994 a, Greiner et al. 1996, Hassen et al. 1999), es que el poder predictivo alcanzado es menor, siendo la magnitud de la diferencia entre los R2 alcanzados para la predicción de estas dos variables significativamente superior al de estos trabajos (mínimo de 57.9 % en esta investigación vs. máximo de 31.2 % en la literatura).

El menor poder predictivo alcanzado para la estimación de la variable porcentaje del corte pistola, es posiblemente debido a la conjunción de varios factores:

1) mientras que en la literatura se define producto vendible en base al peso de 4 o 5 cortes deshuesados y recortados por exceso de grasa, en este trabajo se toma el producto vendible como el peso del corte pistola tres costillas con garrón. A su vez, el nivel de engrasamiento de los 186 novillos no era muy alto, por lo que esta deposición diferencial de grasa entre los cortes ventrales y el corte pistola no llegó a su máxima expresión. Es debido a estos dos factores que la asociación entre las variables que determinan el engrasamiento y el porcentaje del corte pistola es menor al alcanzado en la literatura internacional (Epley et al. 1970, Cross et al. 1973, Herring et al. 1994 a, Greiner et al. 1996, Hassen et al. 1997, Wilson 1997 y Hassen et al. 1999), lo que conduce

posteriormente a alcanzar un menor poder predictivo que el alcanzado en la investigación internacional,

2) otro factor importante es el hecho de que es práctica común registrar el KPH ¹⁰ a nivel de la carcasa, variable que generalmente está fuertemente asociada con porcentaje de producto vendible (Epley et al. 1070, Cross et al. 1973 y Herring et al. 1994 a), y que en esta investigación no se registró.

Otro aspecto en el cual esta investigación coincide con los trabajos revisados, es en la importancia de las variables relacionadas con el engrasamiento en la predicción del porcentaje del corte pistola (Epley et al. 1970, Herring et al. 1994 a, Greiner et al. 1996, Williams et al. 1997 y Hassen et al. 1999). En esta investigación, en 3 de los 5 modelos planteados, la variable P8 vivo es la variable que ingresa primero en los modelos de predicción y además es la que explica la mayor proporción de la variación del porcentaje del corte pistola (desde un 18 a un 22%), lo que es esperable dado que esta variable es la que muestra una asociación más alta con éste.

Analizando cada modelo en particular, se observa que en el modelo constituido por variables medidas en vivo (M1P%) ingresan P8 y peso vivo, explicando el 18 y 4.5% de la variación del porcentaje del corte pistola, respectivamente. Al igual que en los trabajos de Herring et al. (1994 a), Greiner et al. (1996), Williams et al. (1997) y Hassen et al. (1999), es una variable relacionada con el engrasamiento la que obtiene el R² parcial mayor, así como también la variable peso vivo si bien ingresa en el modelo, explica un bajo porcentaje de la variación del porcentaje del producto vendible.

Coincidiendo con el modelo anterior, en el M2P% la variable de mayor R² parcial del modelo es el P8 vivo (21%), ubicándose en segundo término la dentición explicando un 7.8% de la variación. En este sentido la dentición aparece como una variable a destacar, dado que ingresa no sólo en este modelo sino en todos aquellos en los cuales es ingresada como variable independiente, siendo generalmente la segunda

¹⁰ % o kg de grasa pélvica, de la riñonada y del corazón.

variable de mayor poder predictivo y que contribuye además a alcanzar mejores valores de C_p y RCME. El importante rol de la dentición podría estar explicado por el hecho de que en los animales de mayor edad el porcentaje de cortes de mayor valor disminuye, dado que presentan igual peso del corte pistola para un mayor peso de media res, lo cual como ya se mencionó está explicado por el mayor engrasamiento (y su deposición diferencial) que alcanzan. Estos resultados con respecto a la dentición deben relativizarse dada la distribución de frecuencias que se encontró en este estudio, en donde sólo el 2.7 % de los animales presentaban 4 dientes.

En lo que respecta a los modelos constituidos por variables registradas a nivel del frigorífico (M3P% y M4P%), se puede ver que el rendimiento en segunda balanza es la variable que ingresa en primer lugar, explicando aproximadamente un 13% de la variación del porcentaje del corte pistola.

Otra característica que es común a todos los modelos es que alguna de las variables relacionadas con el peso (peso vivo, peso en segunda balanza, peso de media res), ingresa en los mismos explicando desde un 2.3 a un 4.5% de la variación del porcentaje del corte pistola y contribuyendo a la obtención de mejores valores de C_p . Como fue mencionado anteriormente, en la medida que aumente el peso en segunda balanza o el peso de la media res, disminuirá el porcentaje de corte pistola, dado que como mencionó Cianzaio (1972), en los animales de mayor peso el porcentaje de cortes de mayor valor es menor.

Por último en lo que respecta a los modelos, en aquel constituido por todas las variables registradas tanto en vivo como en frigorífico (M5P%), las que ingresan son P8 vivo, dentición y peso de segunda balanza explicando un 21.9, 7.9 y 3.75 de la variación del porcentaje del corte pistola, respectivamente.

A su vez es posible observar que el R^2 del modelo constituido únicamente por variables de ultrasonido, es igual que aquel constituido por las medidas tomadas en frigorífico antes de ingresar a la cámara.

Cuando se combinan ambos grupos de variables independientes (M2P%) se alcanza el mayor R^2 , el cual es de igual magnitud que el alcanzado por el M5P%.

En resumen se puede ver que, para el conjunto de los modelos, las variables de mayor poder predictivo son P8 v, rendimiento en segunda balanza, dentición y alguna variable relacionada con el peso. Como se puede apreciar el AOB tiene un muy bajo o nulo poder predictivo sobre el porcentaje del corte pistola, lo que podría deberse a la escasa variación que presenta (tanto en vivo como en carcasa) con respecto a las variables que determinan engrasamiento, lo que es coincidente con los resultados alcanzados por Epley et al. (1970), Herring et al. (1994 a), Hamlin et al (1995), Grajner et al. (1996) y Hassen et al. (1999). El bajo poder predictivo del AOB no cumple con lo expresado por Hamlin et al. (1995b) quienes señalaron que esta variable podría ser de mayor utilidad en ganado más magro.

Con respecto a los mismos modelos obtenidos previamente a la detección de *outliers* y puntos influenciales (ver anexo n°46) se puede observar que:

- 1) las variables que ingresan en los diferentes modelos de predicción son prácticamente las mismas,
- 2) el poder predictivo de los diferentes modelos aumenta de un 4 a un 14%,
- 3) se da una disminución de la RCME (disminución mínima de 0.185 unidades).

En lo que respecta a los modelos que no incluyen variables relacionadas con peso, se puede notar una disminución del poder predictivo de éstos con respecto a los 5 modelos anteriormente discutidos (ver cuadro n° 41).

Esta disminución es más marcada en aquellos modelos basados exclusivamente en determinaciones tomadas a nivel del frigorífico, en los cuales la variable rendimiento en segunda balanza tenía un importante rol predictivo.

Cuadro n° 41 Predicción de porcentaje del corte pistola (no incluye variables relacionadas con peso)

	Variables	R2 del modelo	R2 parcial	Cp	RCME
M1% a	P8 v	0.1843	0.1843	4.64	0.708
M2% b	P8 v	0.2104	0.2104	16.27	0.692
	Dentición	0.3168	0.1064	1.65	0.647
	EGS v 12/13	0.3350	0.0182	0.81	0.640
M3% c	Dentición	0.1164	0.1164	2.65	0.078
M4% d	P8 f	0.1073	0.1073	15.85	0.802
	Dentición	0.1644	0.0571	5.84	0.778
	EGS f 10/11	0.1867	0.0224	3.13	0.770
M5% e	P8 v	0.1888	0.1888	3.67	0.692
	Dentición	0.2715	0.0828	3.66	0.659

a M 1%- Variables evaluadas: AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado.

b M 2%:- Variables evaluadas AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, conformación, terminación y dentición.

c M 3%- Variables evaluadas: conformación, terminación y dentición.

d M 4%- Variables evaluadas: conformación, terminación y dentición, P8 f, EGS f 10/11, AOB f 10/11.

e M 5%- Variables evaluadas: AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, conformación, terminación y dentición, P8 f, EGS f 10/11, AOB f 10/11.

Como se observa en el cuadro n°41, el modelo que alcanza el mayor poder predictivo es aquel constituido por las determinaciones en vivo y las tomadas a nivel del frigorífico antes de ingresar a la cámara ($R^2=33.5\%$). Este modelo tiene mayor poder predictivo que aquel constituido por las variables en vivo y que aquel constituido solamente por las determinaciones tomadas en frigorífico antes de ingresar a la cámara (R^2 del modelo: 18.4 y 11.6 %, respectivamente), lo que está dado por la conjunción del P8 vivo y la dentición en una sola ecuación. Asimismo el poder predictivo del M2% es superior al M5%, en el cual se consideran todas las variables registradas.

En lo que respecta al Cp y a la RCME de estos modelos, se puede notar que en algunos modelos se obtienen mejores coeficientes cuando se incluye peso respecto a su no inclusión, y en otros modelos se da la situación inversa.

En lo concerniente a la detección de *outliers* y puntos influenciales, se notó que esto condujo al aumento del poder predictivo en los modelos M1% y M2% (5.9 y 15 %, respectivamente), la disminución de la RCME para todos los modelos (desde 0.14 hasta 0.33 unidades), no observándose cambios en la magnitud del Cp (ver anexo n°47).

Por último, en lo que respecta al ordenamiento de los animales que realizan los modelos de predicción, los modelos con y sin variables asociadas al peso realizan un ordenamiento que no se ciñe estrictamente al que se obtiene cuando se ordenan los animales según el porcentaje del corte pistola determinado a nivel del frigorífico (ver cuadro n°42).

Cuadro n° 42 Correlaciones de Spearman para modelos de porcentaje de pistola

Modelos con peso	r	Modelos sin peso	r
M1P%	0.433	M1%	0.407
M2P%	0.514	M2%	0.517
M3P%	0.418	M3%	0.317
M4P%	0.512	M4%	0.420
M5P%	0.513	M5%	0.474

Todos los valores son significativos al 1 %.

4.5.5 Síntesis

En lo respectivo al peso en segunda balanza, lo primero a destacar es el alto poder predictivo que se alcanza cuando el peso vivo es incluido como una variable independiente, siendo éste muy superior al obtenido cuando no se lo incluye en el modelo ($R^2 = 0.8525$ vs 0.2262).

Para la variable rendimiento en segunda balanza, los dos modelos evaluados alcanzan un bajo poder predictivo, y están constituidos por las mismas variables: AOBv 12/13 y P8v, las cuales explican de un 13 a un 17% y de un 7.6 a un 8.5%, respectivamente, de la variación de rendimiento en segunda balanza.

En lo relativo al peso del corte pistola, los distintos modelos alcanzan un muy alto poder predictivo ($R^2 : 0.86 - 0.96$), siendo el peso vivo, el peso de segunda balanza y el peso de media res, las variables que

ingresan primero en los distintos modelos, explicando de un 77 a un 94 % de la variación del peso del corte pistola. En lo respectivo a las demás variables que integran los modelos de predicción, si bien no explican un alto porcentaje de la variación, contribuyen significativamente a mejorar el ajuste de los modelos.

Si bien los modelos que incluyen variables que se determinan a nivel del frigorífico (MP2,MP3,MP4,MP5) explican un mayor porcentaje de la variación del peso del corte pistola, que el modelo que está exclusivamente constituido por las variables determinadas en vivo(MP1), el aumento del poder predictivo no es importante(el R² de los modelos aumenta de un 7.2 a un 10 % respecto a MP1).

Como era esperable, los modelos para la predicción del peso del corte pistola, disminuyen en forma marcada su poder predictivo al excluir las variables relacionadas con el peso.

El poder predictivo que se alcanza para la variable porcentaje del corte pistola es inferior al obtenido en la predicción del peso del corte pistola, mientras que para la primer variable se obtuvo un R² de 21.1 a 34.7 %, para la segunda variable el R² oscila entre 86 y 96%.

Otro aspecto a destacar es la importancia de las variables relacionadas con el engrasamiento en la predicción del porcentaje del corte pistola: en 3 de los 5 modelos planteados la variable P8 vivo es la variable que explica la mayor proporción de la variación del porcentaje del corte pistola (desde un 18 a un 22%).

En lo que respecta a los modelos que no incluyen variables relacionadas con peso, se puede notar una disminución del poder predictivo de éstos con respecto a los 5 modelos anteriormente discutidos

5.CONCLUSIONES

El primero de los objetivos planteados al inicio de este trabajo fue la validación de la técnica de ultrasonido en animales alimentados en base a pasturas, para lo cual se estudió la exactitud y precisión con la que AOB, EGS y P8 de carcasa fueron estimados a partir de EGS, AOB y P8 ultrasónicos.

A este respecto, se comprobó que el AOB de carcasa puede ser estimado con una muy buena exactitud y precisión a partir del AOB de ultrasonido, mientras que para EGS y P8 de la carcasa la exactitud y precisión son buenas. Se considera que el equipo utilizado, el protocolo seguido y la experiencia del técnico que tomó e interpretó las imágenes, fueron factores fundamentales en la exactitud y precisión alcanzadas.

Otro aspecto a destacar es que, en la medida que las determinaciones de AOB y EGS ultrasónicos se realicen en la interfase de las mismas costillas en vivo y en frigorífico, la exactitud y precisión alcanzada será mejor. Asimismo se verificó que la magnitud del AOB, EGS y P8 de carcasa afecta la exactitud y precisión alcanzadas.

En lo que respecta a los modelos de predicción, se obtuvo para la AOB de carcasa un alto poder predictivo, mientras que los R^2 obtenidos por los modelos de predicción de EGS y P8 son de magnitud intermedia.

En su conjunto los resultados obtenidos permiten concluir que el ultrasonido en tiempo real es una herramienta válida para la determinación de AOB, EGS y P8 de carcasa en novillos comerciales Hereford de 0 y 2 dientes, faenados con un peso promedio de 446 kg. y alimentados fundamentalmente en base a pasturas. Sería de interés evaluar a futuro la exactitud y precisión con que el ultrasonido estima las características de carcasa en animales de otras razas, edades, sexos, o sometidos a otros manejos.

Esto implica que el ultrasonido puede ser empleado para formar grupos homogéneos de animales para su alimentación diferencial en función de su fase de desarrollo, empleado para la estimación de los

valores de cría (DEP) de los reproductores para las características de la carcasa (AOB, EGS y P8), o bien como una herramienta para el estudio de los procesos de crecimiento y desarrollo de los animales.

El segundo objetivo planteado al inicio de este trabajo era desarrollar ecuaciones de predicción para peso en segunda balanza, rendimiento en segunda balanza, peso del corte pistola tres costillas con garrón y porcentaje del corte pistola tres costillas con garrón.

Para la variable peso en segunda balanza, el modelo de predicción constituido por las variables determinadas en vivo (incluyendo el peso) alcanza un muy buen poder predictivo, siendo el peso vivo la variable que explica la mayor parte de la variación de la misma. En este modelo las variables AOB y P8 vivo si bien no generan un aumento importante en el R^2 del modelo, contribuyen a mejorar su ajuste. Esto implica que, a partir de variables que se pueden determinar en el propio establecimiento agropecuario, se es capaz de predecir con alta confiabilidad el peso en segunda balanza, siendo esta variable uno de los criterios de remuneración al productor.

En lo que respecta a la predicción del rendimiento en segunda balanza los modelos evaluados no explican un alto porcentaje de la variación de éste. Este resultado se relativiza por el hecho de que si se regulan las condiciones de pesada al registrar el peso vivo (acceso a agua y alimentos), y pudiéndose estimar el peso en segunda balanza con un muy alto poder predictivo, es posible calcular el rendimiento en segunda balanza sin mayores problemas.

En lo concerniente al peso del corte pistola tres costillas con garrón, aquellos modelos que incluyen variables relacionadas con el peso alcanzan un muy alto poder predictivo, siendo peso vivo, peso en segunda balanza y peso de media res las variables que explican la mayor parte de la variación del peso del corte pistola tres costillas con garrón. Las otras variables que ingresan en los distintos modelos de predicción, si bien no contribuyen de manera importante a aumentar el poder predictivo de los modelos, permite alcanzar un mejor ajuste de los mismos.

El poder predictivo alcanzado por el modelo constituido exclusivamente por variables registradas en vivo (incluyendo peso), es apenas inferior al alcanzado por aquellos constituidos por determinaciones realizadas a nivel del frigorífico, o bien que el de aquel constituido por todas las variables registradas. Si se toma en cuenta que el realizar las determinaciones a nivel de campo es mucho más sencillo de llevar a cabo que realizar determinaciones en la planta frigorífica, y que la información estaría disponible para tomar decisiones de manejo (momento de venta, peso de producto a vender, etc.), estas diferencias de poder predictivo se minimizan.

En conclusión es posible estimar mediante medidas registradas en vivo el peso del corte pistola tres costillas con garrón con un muy alto poder predictivo, lo que implica que a partir de variables registradas en el establecimiento es posible determinar el peso de un corte que está constituido por los cortes de mayor valor de la carcasa. Teniendo en cuenta esto y luego de validar las ecuaciones de predicción en otras bases de datos (animales de otras razas, edades, sexos, manejo) se podrían generar cambios en la forma de comercializar las reses, de modo que el sistema de pago contemple en mayor medida el verdadero valor del producto.

En lo que respecta a la predicción del porcentaje del corte pistola tres costillas con garrón, se encontró que el poder predictivo de todos los modelos evaluados es bajo, siendo aquel constituido por 3 variables que se pueden registrar en vivo (P8vivo, AOBv 12/13 y dentición) y peso en segunda balanza, el que explica la mayor parte de la variación del porcentaje del corte pistola tres costillas con garrón. Se considera negativo el bajo poder predictivo alcanzado, porque es importante poder estimar con confiabilidad qué proporción de las reses representan los cortes de mayor valor económico; asimismo esto es un impedimento para el desarrollo de valores de cría para porcentaje de producto vendible (definido como porcentaje del corte pistola tres costillas con garrón), como se está haciendo en otros países.

Un objetivo a plantearse en próximas investigaciones es la evaluación del poder predictivo de las mismas variables registradas (y quizás otras como ser KPH), en la predicción del peso y porcentaje de los cortes de mayor valor deshuesados y recortados por exceso de grasa, para lograr una mayor aproximación al producto de mayor valor de la carcasa. Otro aspecto a considerar sería la realización de mediciones seriadas, para determinar el momento más adecuado para predecir estas características lo antes posible.

6. RESUMEN

Ciento ochenta y seis novillos comerciales Hereford, fueron pesados y posteriormente medidos ultrasónicamente para la determinación de AOB v12/13, AOBv 10/11, EGSv 12/13, EGSv 10/11, Marmoreado y P8 v. Estos animales fueron faenados en siete grupos, registrándose a nivel del frigorífico su conformación, terminación, dentición, peso en segunda balanza, peso de media res, peso del corte pistola, AOBf 10/11, EGSf 10/11 y P8 f.

Se comprobó que la exactitud para la determinación de AOB de carcasa es muy buena ($DP=1,45\text{ cm}^2$, $r=0.808$), y que la técnica tiende a sobreestimar el valor de carcasa. Por el contrario, para EGS y P8 el ultrasonido subestima el valor de la carcasa, siendo buena la exactitud obtenida para ambas variables ($DP\text{ EGSv }12/13=-1.68\text{ mm}$ y $r\text{ EGSv }12/13=0.642$; $DP\text{ P8}=-1.08$ y $r\text{ P8}=0.659$). En lo respectivo a la precisión, se observó que al igual que para la exactitud, el AOB fue la variable medida con mayor precisión (94.1% de las observaciones dentro de $\pm 6.45\text{ cm}^2$ del valor de la carcasa), seguida por el P8 (81.2% de las observaciones dentro de $\pm 2.54\text{ mm}$ del valor de la carcasa), ubicándose por último el EGS (69.4% de las observaciones dentro de $\pm 2.54\text{ mm}$ del valor de la carcasa para EGSv 12/13).

Tanto la exactitud como la precisión en la determinación de AOBf 10/11 y EGSf 10/11 fueron superiores en la medida que la determinación en vivo y en frío se llevaron a cabo en la interfase de las mismas costillas.

Por último en lo relativo a la validación de la técnica de ultrasonido, se obtuvieron los modelos para la predicción de AOB, EGS y P8 de carcasa, explicándose un 78, 52 y 46 % respectivamente de la variación de éstas variables al emplear AOBv12/13, EGSv 12/13 y P8 como variables predictoras.

Se llevaron a cabo procedimientos de regresión Stepwise, empleando variables registradas tanto en vivo como en frigorífico, para el desarrollo de modelos de predicción de peso de segunda balanza,

rendimiento en segunda balanza, peso del corte pistola y porcentaje del corte pistola.

Para la predicción de peso en segunda balanza y peso del corte pistola se obtuvieron modelos que explican un alto porcentaje de la variación de éstas (el mínimo R^2 obtenido cuando son incluidas variables relacionadas al peso es de 85%), siendo peso vivo, peso en segunda balanza o peso de media res quienes explican la mayor parte de la variación de las variables a predecir.

En lo respectivo a rendimiento en segunda balanza y porcentaje del corte pistola, los modelos obtenidos presentan un bajo poder predictivo (el máximo R^2 obtenido es de 36%).

Tanto para peso como para porcentaje del corte pistola los modelos basados en medidas en vivo alcanzan un similar poder predictivo que los basados en medidas de frigorífico, o que aquellos que combinan ambos tipos de variables.

7. SUMMARY

A hundred and eighty six Hereford steers were weighed and lately measured ultrasonically for backfat (UFAT 12/13- UFAT 10/11), longissimus muscle area (ULMA 12/13 -ULMA 10/11), marbling(UMARB) and rump fat (UP8). These animals were slaughtered in seven groups, collecting at the slaughter plant their conformation, end point, dentition, hot carcass weight, beef side weight, three rib pistola cut shank on weight, backfat (CFAT 10/11), longissimus muscle area (CLMA 10/11) and rump fat (CP8).

It was proved that the accuracy for determining CLMA 10/11 was very good ($DP=1,45 \text{ cm}^2$, $r=0.808$), and that the technique tends to overpredict the carcass value. By the contrary, for CFAT 10/11 and CP8, the ultrasound underpredict the carcass value, obtaining a good accuracy for both variables ($DP=-1.68 \text{ mm}$ and $r=0.642$; $DP=-1.08$ and $r=0.659$, respectively).

Respect to the precision, it was observed that the same as for the accuracy, the LMA was the variable which was measured with the highest precision (94,1 % of the observations were within $\pm 6,45 \text{ cm}^2$ of the carcass value for the ULMA 12/13), followed by P8 (81,2 % of the observations were within $\pm 2,54 \text{ mm}$ of the carcass value), finally was the FAT (69,4 % of the observations were within $\pm 2,54 \text{ mm}$ of the carcass value for UFAT 12/13.)

Both, the accuracy and precision at the determining the CLMA 10/11 and CFAT 10/11 were superior as long as the live and carcass measurement were done between the same ribs .

Finally, related to the validation of the ultrasound technique, models were obtains for the prediction of CLMA 10/11, CP8, and CFAT 10/11, explaining 78, 52 and 46 % respectively, of the variation of these variables, using ULMA 12/13, UP8 and UFAT 12/13 as predictive variables.

Regression stepwise procedures were done, using both variables registered in the live animal and at the slaughter plant in order to create prediction models for hot carcass weight, dressing percentage, three rib pistola cut shank on weight and percentage of three rib pistola cut shank on.

For the prediction of the hot carcass weight and three rib pistola cut shank on weight, models were obtained which explain a high percentage of their variation (minimum R^2 obtained when variables related to weight were included was of 85 %), being live weight, hot carcass weight, or beef side weight who explain the largest percentage of the variation of those variables to predict.

In respect to dressing percentage and percentage of three rib pistola cut shank on, the models obtained presented a low predictive power (the R^2 maximum obtained was of 36 %).

For both weight and percentage of three rib pistola cut shank on, the models based in live measurements reached a similar predictive power as those based on slaughter plant measurements, or that those which combined both sort of variables.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. AICARDI, J.P.; LUGANO, R.; OLIVERA, P.; VENTURINI, A. 1996. Efecto de la raza, edad y alimentación en el rendimiento cárnico de novillos Hereford y Holando. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 100 p.
2. ARIAS, L.C. 1987. Errores frecuentes en redacción técnica y cómo corregirlos. In Fundamentos de comunicación científica y redacción técnica. Montevideo. IICA. pp.91-99.
3. ARNOLD, J.W.; BERTRAND, J.K.; BENYSHEK, L.L.; LUDWIG, C. 1991. Estimates of genetics parameters for live animal ultrasound, actual carcass data, and growth traits in beef cattle. Journal of Animal Science .69 :985-992.
4. BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. 1979. Nuevos conceptos sobre desarrollo de ganado vacuno. Zaragoza. Acribia. 297 pp.
5. BEEF IMPROVEMENT FEDERATION. 1996. Guidelines for uniform beef improvement programs (7th ed.) Beef Improvement Federation. Northwest Research Extension Center, Colby, KS.
6. BRETHOUR, J.R. 1990. Relationship of ultrasound speckle to marbling score in cattle. Journal of Animal Science. 68 :2603-2613.
7. _____. 1992. The repeatability and accuracy of ultrasound in measuring backfat of cattle. Journal of Animal Science .70 :1039-1044.
8. CANTATORE, N. 1983. Manual de estadística aplicada. Tomo II. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 315 p.
9. CARAVIA, V.; GONZALEZ, F. 1998. Evaluación de un sistema de engorde intensivo de vacas de descarte y caracterización de la carne producida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 96 p.
10. CARDELLINO, R.; ROVIRA, J. 1988. Mejoramiento genético animal . Montevideo, Hemisferio Sur. 253 p.
11. CASTRO, L.E. 1992. Principales cortes vacunos de exportación. Montevideo. Facultad de Veterinaria. 19 p.

12. CIANZIO, D. 1972. Consideraciones sobre evaluación de la res y calidad de la carne. In *Cursillo de producción de carne*. Bañado de Medina, Cerro Largo. Facultad de Agronomía pp 87-110.
13. CROSS, H.R.; CARPENTER, Z.L.; SMITH, G.C. 1973. Equations for estimating boneless retail cuts yields from beef carcasses. *Journal of Animal science*. 37:1267-1272.
14. _____; BELK, K.E. 1994. Objective measurements and meat quality. *Meat Science*. 36:191-202.
15. CROUSE, J.D.; DIKEMAN, M.E. 1976. Determinates of retail product of carcass beef. *Journal of Animal Science*. 42:584-591.
16. CURSO EM ULTRA-SONOGRAFIA REAL TIME, PARA AVALIACAO EM BOVINOS DE CORTE (1º, 1997, Uruguaina). Uruguaina. Faculdade de Zootecnia, Veterinaria e Agronomia . 83 p.
17. DE MATTOS, D.; BRITO, G. 1998. El desafío de la calidad. *El País Agropecuario*. Edición Especial nº1:23-26.
18. DICKER, R.W. ; FOWLER, D.G.; PERRY, D.; SUNDSTROM. 1988. Accuracy of real time ultrasound systems for fat thickness estimation in live cattle. *Proc-Aust-Soc-Anim-Prod*. 17 :178-181.
19. DRAPER, N.; SMITH, H. 1981. *Applied regression analysis*, second edition. Nueva York, Wiley Interscience.
20. EIZMENDI, R.E.; SANDERS, J.O.; TURNER, J.W. 1993. Live animal ultrasound measurements to predict carcass characteristics and selection of optimum period to express marbling ability. *PR Texas Agricultural Experiment Station* (5056), pp:23-26.
21. EPLEY, R.J.; HEDRICK, H.B.; STRINGER, W.C.; HUTCHESON, D.P. 1970. Prediction of weight and percent retail cuts of beef using five carcass measurements. *Journal of Animal Science*. 30:872-879.
22. FAULKNER, D.B.; PARRETT, D.F.; McKEITH, F.K.; BERGER, L.L. 1990. Prediction of fat cover and carcass composition from live and carcass measurements. *Journal of Animal Science*. 68 :604-610.
23. FREUND, R.J.; LITTELL, R.C. 1992. *SAS System for regression*. Segunda Edición. Cary, NC. SAS Institute Inc. 210 pp.

24. GRASER, H.U.; REVERTER, A.; UPTON, W.; DONOGHUE, K.; WILSON, D.E. 1998. Use of real time ultrasonic measurements of fat thickness and percent intramuscular fat for the Angus breed in Australia. IN Proceedings of the 6th world congress on genetic applied to livestock production. (6th, 1998, Armidale) Armidale, NSW. pp 69-72.
25. GREINER, S.P.; ROUSE, G.H.; WILSON, D.E.; CUNDIFF, L. 1996. Predicting beef carcass retail product using real time ultrasound and live animal measures: progress report.. <http://www.exnet.iastate.edu/Pages/ansci/beefreports/asl-1327pdf>
26. _____.; ROUSE, G.H.; WILSON, D.E.; CUNDIFF, L.; WHEELER, T. L. 1997. Predicting carcass retail product in beef steers at variable fat thickness endpoints. <http://www.exnet.iastate.edu/Pages/ansci/beefreports/asl-1429pdf>
27. HAMLIN, K.E.; GREEN, D.R.; PERKINS, T.L.; CUNDIFF, L.V.; MILLER, M.F. 1995a. Real time ultrasonic measurements of fat thickness and longissimus muscle area :I. Description of age and weights effects. *Journal of Animal Science*. 73 :1713-1724.
28. _____.; GREEN, D.R.; CUNDIFF, L.V.; WHEELER, T.L.; DIKEMAN, M.E. 1995b. Real time ultrasonic measurements of fat thickness and longissimus muscle area :II. Relationship between real time ultrasound measures and carcass retail yield .*Journal of Animal Science*. 73 :1725-1734.
29. HASSEN, A.; WILSON, D.E.; ROUSE, G.H.; TRENKLE, A.; WILLHAM, R.L.; BELIELE, D.; CRAWLEY, C.; IIAMS, J.C. 1996a. Evaluation of ultrasound measurements of fat thickness and ribeye area, I. Assesment of technician effect on accuracy. <http://www.exnet.iastate.edu/Pages/ansci/beefreports/asl-1329.pdf>
30. _____.; WILSON, D.E.; ROUSE, G.H.; TRENKLE, A.; WILLHAM, R.L.; BELIELE, D.; CRAWLEY, C.; IIAMS, J.C. 1996b. Evaluation of ultrasound measurements of fat thickness and ribeye area, II. Repeatability of measurements. <http://www.exnet.iastate.edu/Pages/ansci/beefreports/asl-1330.pdf>
31. _____.; WILSON, D.E.; ROUSE, G.H.; WILLHAM, R.L. 1997. Prediction of percent retail product, retail product weight and

- carcass weight from serially measured live animal traits.
<http://www.exnet.iastate.edu/Pages/ansci/beefreports/asl-1431.pdf>
32. _____; WILSON, D.E.; ROUSE, G.H. 1998a. Evaluation of carcass, live, and real time ultrasound measures in feedlot cattle: I. Assessment of sex and breed effects. *Journal of Animal Science*. 76:273-282.
 33. _____; WILSON, D.E.; ROUSE, G.H. 1998b. Evaluation of carcass, live, and real time ultrasound measures in feedlot cattle: II. Effects of different age end points on the accuracy of predicting the percentage of retail product, retail product weight, and hot carcass weight. *Journal of Animal Science*. 76:283-290.
 34. _____; WILSON, D.E.; ROUSE, G.H. 1998c. Effects of different age end points on the accuracy of predicting percentage retail product, retail product weight and hot carcass weight. .
<http://www.exnet.iastate.edu/Pages/ansci/beefreports/asl-1531.pdf>
 35. HERRING, W.O.; WILLIAMS, S.E.; BERTRAND, J.K.; BENYSHEK, L.L.; MILLER, D.C. 1994a. Comparison of live and carcass equations predicting percentage of cutability, retail product weight, and trimmable fat in beef cattle. *Journal of animal Science* .72:1107-1118.
 36. _____; MILLER, D.C.; BERTRAND, J.K.; BENYSHEK, L.L. 1994b. Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonics measures of backfat and longissimus muscle area in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 72:2216-2226.
 37. _____; KRIESE, L.A.; BERTRAND, J.K.; CROUCH, J. 1998. Comparison of four real time ultrasound systems that predict intramuscular fat in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 76:364-370.
 38. HOUGHTON, P.L.; TURLINGTON, L.M. 1992. Application of ultrasound for feeding and finishing animals: a review. *Journal of Animal Science*. 70:930-941.
 39. WILLIAMS, J.C.; TRENCKLE, A. 1997. Use of ultrasound backfat estimates to form marketing groups prior to finishing for feedlot steers. .
<http://www.exnet.iastate.edu/Pages/ansci/beefreports/asl-1430.pdf>

40. JONHSON, E.R. 1998. Growth and development in cattle and their influence on yield and quality of beef. Queensland. University of queensland. 174p.
41. JOHNSON, M.Z.; SCHALLES, R.R.; DIKEMAN, M.E.; GOLDEN, B.L. 1993. Genetic parameters estimates of ultrasound-measured longissimus muscle area and 12th rib fat thickness in Brangus cattle. *Journal of Animal Science*. 71:2623-2630.
42. KIRTON, A.H.; MORRIS, C.A. 1989. The effect of mature size, sex and breed on patterns of change during growth and development. IN *Meat Production and Processing*. Purchas, R.W.; Buttler-Hoss, B.W.; Davies, A.S. ed. New Zealand. New Zealand Society of Animal Production. pp 73-85.
43. KROEF, A. 1997. Historia e principios de ultra som para avaliacao corporal em bovinos de corte (1º, 1997, Uruguaiana). Uruguaiana, Rio Grande do Sul. FZVA. pp 5-20.
44. LIU, Y.; ANESHANSLEY, D.J.; STOUFFER, J.R. 1993. Autocorrelation of ultrasound speckle and its relationship to beef marbling. *Transactions of the ASAE*. 36:971-977.
45. MAY, S.J.; SAVELL, J.W.; MIES, W.L.; EDWARDS, J.W.; PELTON, L. N.; HARRIS, J.J.; MORGAN, J.B.; GARRET, R.P. 1990. Using real time ultrasound and live estimates to determine the carcass composition of beef cattle. *Progress Report*, Texas Agricultural Experimental Station(4700):81-88.
46. McLEAN, A. 1987. Evaluación en la redacción escritos científicos de. In *Fundamentos de comunicación científica y redacción técnica*. Montevideo. IICA. pp 101-109.
47. MILES, C.A.; FURSEY, G.A.J.; PAGE, S.J.; FISHER, A.V. 1990. Progress towards using the speed of ultrasound for beef leanness classification. *Meat Science*. 28:119-130.
48. MILLER, D.C. 1996. Accuracy and Application of Real-Time Ultrasound for Evaluation of Carcass Merit in Live Animals. <http://www2.ncsu.edu/unity/project/www/ncsu/cal...ket/dcm96-1.htm>

49. PERKINS, T.L.; GREEN, R.D.; HAMLIN, K.E. 1992a. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 70:1002-1010.
50. _____; GREEN, R.D.; HAMLIN, K.E.; SHEPARD, H.H.; MILLER, M.F.. 1992b. Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle: evaluation of technician effects on ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area. *Journal of Animal Science*. 70:2758-2765.
51. PERRY, T.C.; FOX, D.G. 1997. Predicting carcass composition and individual feed requirement in live cattle widely varying in body size. *Journal of Animal Science*. 75:300-307.
52. ROBINSON, D.L.; McDONALD, C.A.; HAMMOND, K.; TURNER, J.W. . 1992. Live animal measurement of carcass traits by ultrasound: assessment and accuracy of sonographers. *Journal of Animal Science*. 70:1667-1676.
53. ROUSE, G.; GREINER, S.; WILSON, D. 1995. Alternative methods of determining carcass merit in live cattle. IN *Proceedings Beef Improvement Federation* (27th, 1995, Sheridan) Sheridan, Wyoming. BIF. pp259-262.
54. SAMPER, A. 1987. Estructura lógica del artículo científico. In *Fundamentos de comunicación científica y redacción técnica*. Montevideo. IICA. pp 37-52.
55. SAS INSTITUTE INC. 1983. SAS Introductory guide. Revised edition. Cary, NC. SAS Institute Inc. 95 pp.
56. SMITH, M.T.; OLTJEN, J.W.; DOLEZAL, H.G.; GILL, D.R.; BEHRENS, B.D. 1990. Evaluation of real time ultrasound for predicting carcass traits of feedlot steers. *Annu. Rep. Okla-Agric-Exp-Stn*. 129:374-383.
57. _____; OLTJEN, J.W.; DOLEZAL, H.G.; GILL, D.R.; BEHRENS, B.D. 1992. Evaluation of ultrasound for prediction of carcass fat thickness and longissimus muscle area in feedlot steers. *Journal of animal Science*. 70:29-37.
58. SPIEGEL, M.R. 1976. Teoría y problemas de estadística. México, Mc Graw Hill. 357 p.

59. TRENCKLE, A. 1997. Potencial value of ultrasound to sort feeder cattle into more uniform groups for finishing and marketing. .
<http://www.exnet.iastate.edu/Pages/ansci/beefreports/asl-1432.pdf>
60. UNITED STATES OF AMERICA. DEPARTAMENT OF AGRICULTURE. AGRICULTURAL MARKETING SERVICE. LIVESTOCK AND SEED DIVISION. 1997. United states standards for grades of carcass beef.
<http://www.ams.usda.gov/lsg/stand/standards/beef-car.pdf>
61. UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA (URUGUAY). FACULTAD DE AGRONOMIA. 1997. Actualización de la guía para la presentación de tesis. Montevideo. 18 p.
62. URUGUAY. INSTITUTO NACIONAL DE CARNES. 1981. Cortes vacunos y menudencias. Montevideo. 74 pp.
63. URUGUAY. INSTITUTO NACIONAL DE CARNES. 1982. Clasificación y tipificación de las carnes vacunas . Montevideo. 24 pp.
64. WALDNER, D.N.; DIKEMAN, H.E.; SCHALLES, R.R.; OLSON, W.G.; HOUGHTON, P.L.; UNRUH, J.A.; CORAH, L.R. 1992. Validation of real time ultrasound technology for predicting fat thicknesses, longissimus muscle areas, and composition of Brangus bulls from 4 months to 2 years of age. *Journal of Animal Science*. 70:3044-3054.
65. WHITTAKER, A.D.; PARK, B.; THANE, B.R.; MILLER, R.K., SAVELL, J.W. 1992. Principles of ultrasound and measurement of intra muscular fat. *Journal of Animal Science*. 70:942-952.
66. WILLIAMS, R.E. 1995. Comparison of ultrasound measurements for predicting retail product and trimmable fat in beef carcasses. Tesis Master of Science . Athens, Georgia. University of Georgia. 52 pp.
67. _____.; BERTRAND, J.K.; WILLIAMS, S.E.; BENYSHEK, L.L. 1997. Biceps femoris and rump fat as additional ultrasound measurements for predicting retail product and trimmable fat in beef carcasses. *Journal of Animal Science*. 75:7-13.
68. WILSON, D.E. 1992. Application of ultrasound for genetic improvement. *Journal of Animal Science*. 70:973-983.

69. _____.;ROUSE,G.;STEINKAMP,K.;GREINER,S. 1997.Real time ultrasound measurements for body composition traits in Iowa cattlemens association test station bulls. <http://www.exnet.iastate.edu/Pages/ansci/beefreports/asl-1436pdf>
70. _____. 1997.A carcass EPD for percentage of retail product. . <http://www.exnet.iastate.edu/Pages/ansci/beefreports/asl-1441pdf>
71. _____. 1998.Prediction of carcass traits using live animal ultrasound. <http://www.exnet.iastate.edu/Pages/ansci/beefreports/asl-1530pdf>

ANEXOS

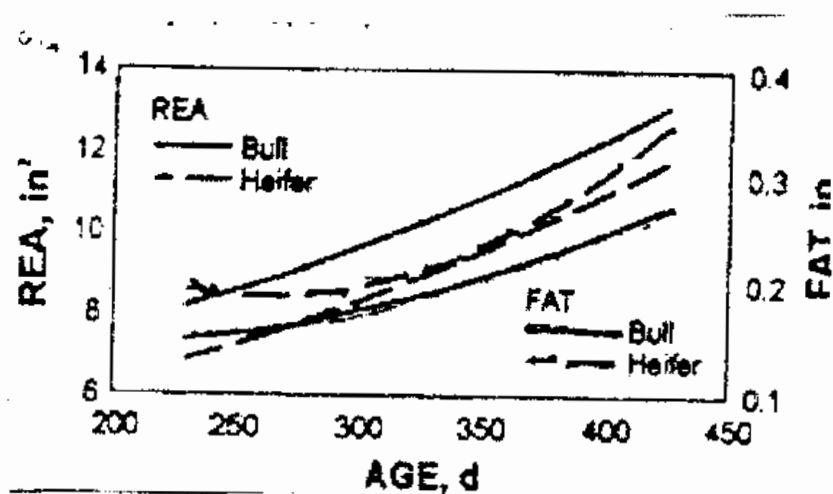
9. ANEXOS

Anexo nº 1 Cuadro de heredabilidades para las características medidas mediante ultrasonido

<i>Autor y año</i>	<i>Categ. y nº de animales</i>	<i>Equipo utilizado</i>	<i>Variable bajo estudio</i>
Dinkel et al 1973 (cit. por Williams 1995)	679 novillos Hereford		h2 EGS carcasa =0.57 h2 AOB carcasa =0.25 h2 marbl. carcasa =0.31
Benyshek 1981(cit. por Arnold et al 1991)	novillos Hereford		h2 EGS carcasa =0.50 h2 AOB carcasa =0.45 h2 score marbl. carcasa =0.56
Koch et al. 1982 (citado por Wilson 1992)	1)2.453 novillos 2)revisión literatura		1)Carcasa : h2 EGS=0.41; h2 AOB=0.56 ; h2 Marbl.=0.40. 2)Carcasa : h2 EGS=0.48; h2 AOB=0.40 ; h2 Marbl.=0.42.
Wilson y Rouse 1987 (citados por Arnold et al. 1991)	novillos Angus		<u>Novillos >311kg.</u> h2 EGS carcasa =0.27 h2 AOB carcasa =0.40 h2 score marbl. carcasa =0.26 <u>Novillos <311kg.</u> h2 EGS carcasa =0.31 h2 AOB carcasa =0.29 h2 score marbl. carcasa =0.31
Arnold et al. 1991	1)2.411 nov. 2)3.482 toros y vaquillonas Hereford		1) h2 EGS carcasa =0.49 ; h2 AOB carcasa =0.46 ; h2 Marbl. carcasa =0.35 2)h2 EGS ultrasonido =0.26; h2 AOB ultrasonido =0.25

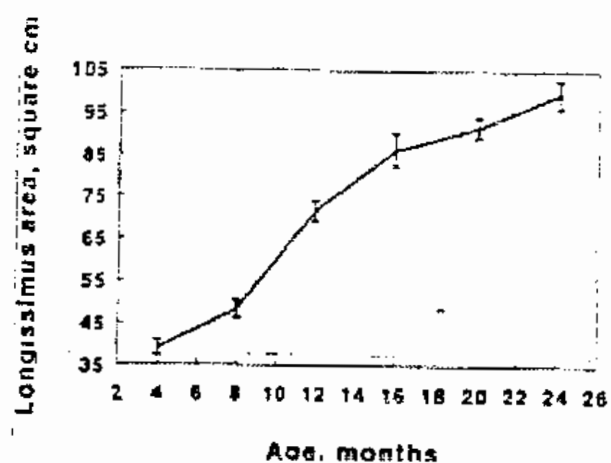
<i>Autor y año</i>	<i>Categ. y n° de animales</i>	<i>Equipo utilizado</i>	<i>Variable bajo estudio</i>
Johnson et al 1993	2101 terneros Brangus	Aloka 210DX (al destete) Equisonics LS300 (al año)	<u>Ultrasonido</u> 1)Peso constante : h2 aditiva directa EGS al año=0.11 h2 aditiva directa AOB al año=0.39 h2 aditiva directa AOB al destete=0.36 2)Edad constante : h2 aditiva directa EGS al año=0.14 h2 aditiva directa AOB al año=0.40 h2 aditiva directa AOB al destete=0.39
Caron y Kemp 1997	3.994 terneros (progenie de toros Charolais)		h2 EGS carcasa =0.30 h2 AOB carcasa =0.36
Wilson 1997	25.539 novillos y vaquillonas Angus		h2 EGS carcasa =0.27 h2 AOB carcasa =0.28 h2 score marbl. carcasa =0.39
Graser et al 1998	3.039 animales de cria Angus	Aloka 500V	h2 EGS ultrasonido =0.214; h2 AOB ultrasonido =0.304; h2 marmoreado ultrasonido =0.113 ; h2 P8 ultrasonido =0.39
Hassen et al. 1998	509 toros 448 novillos (en su mayoría progenie de toros Angus y Simmental)		<u>Toros</u> : h2 EGS carcasa =0.05 h2 AOB carcasa =0.21 <u>Novillos</u> :h2 EGS carcasa =0.42 h2 AOB carcasa =0.07

Anexo n° 2 Curvas de deposición para EGS(FAT) y AOB (REA) en función de la edad (AGE)



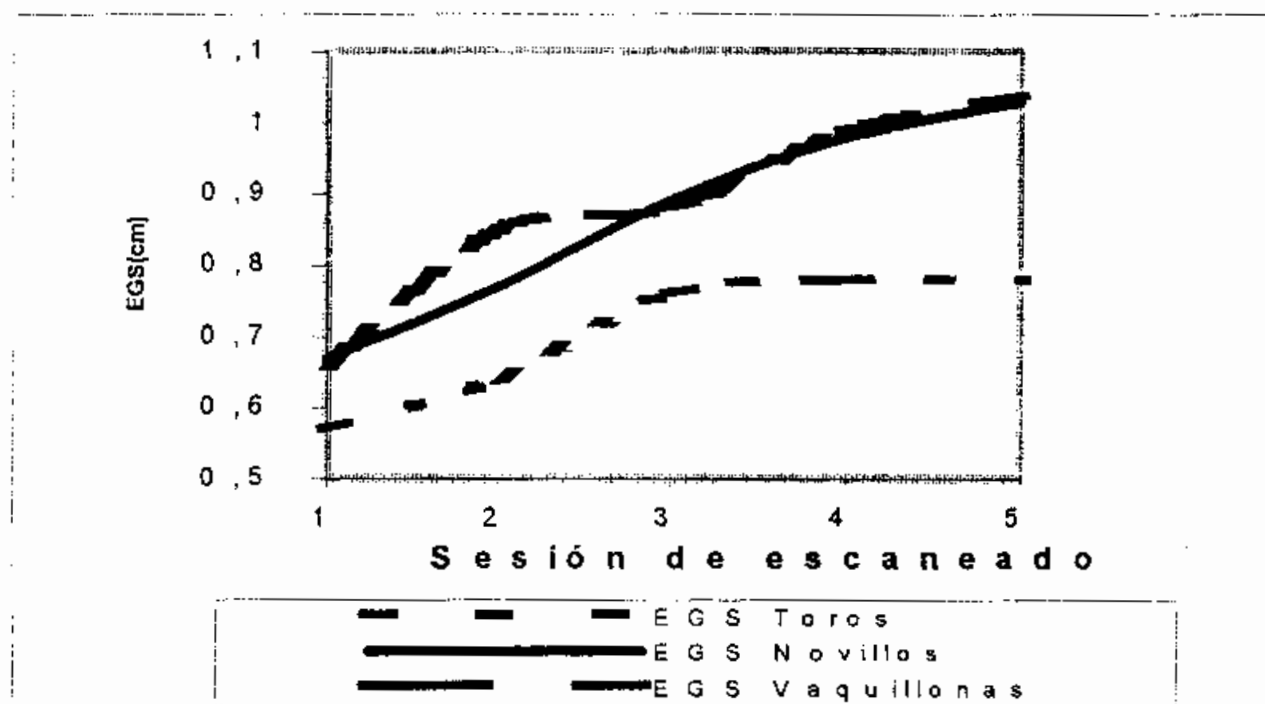
Fuente : Crews et al. 1997

Anexo n° 3 Cambio del AOB (Longissimus area) promedio desde los 4 a los 24 meses de edad (Age)



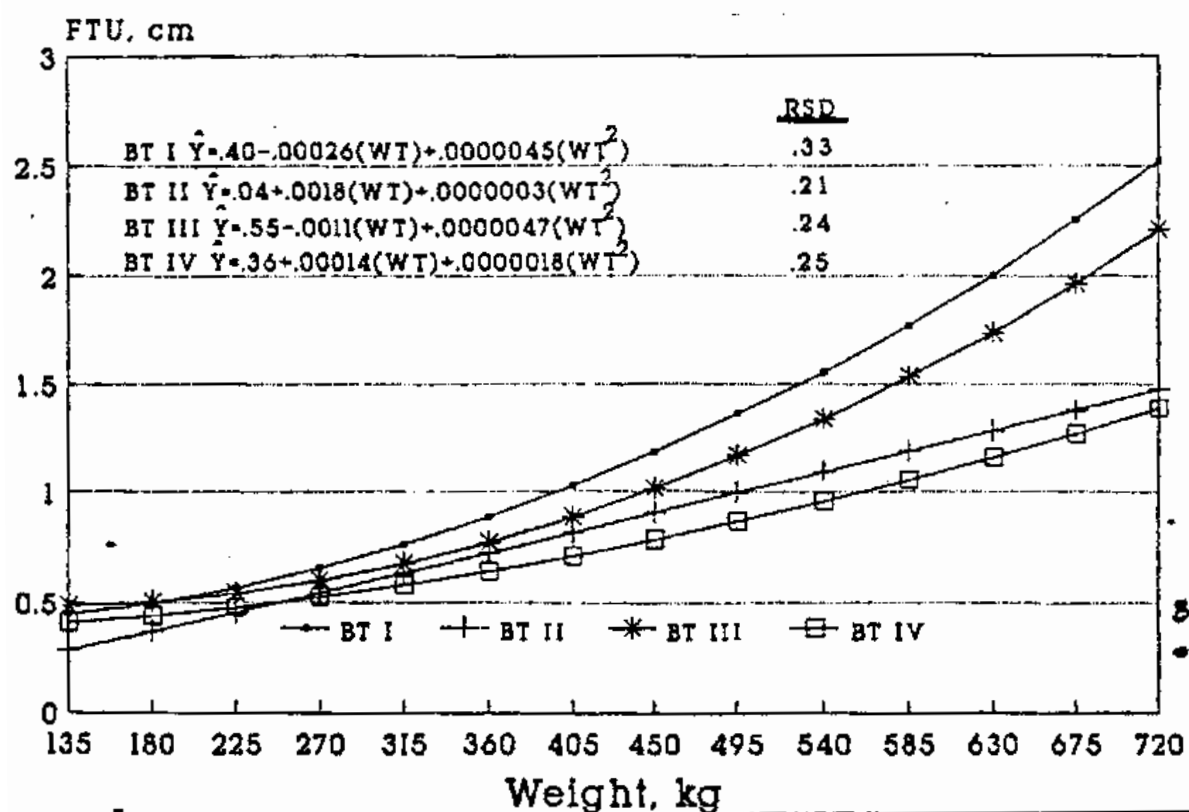
Fuente : Waldner et al. 1992

Anexo nº 4 Evolución del EGS según sesión de escaneado y sexo



Fuente : Hassen et al. 1998b

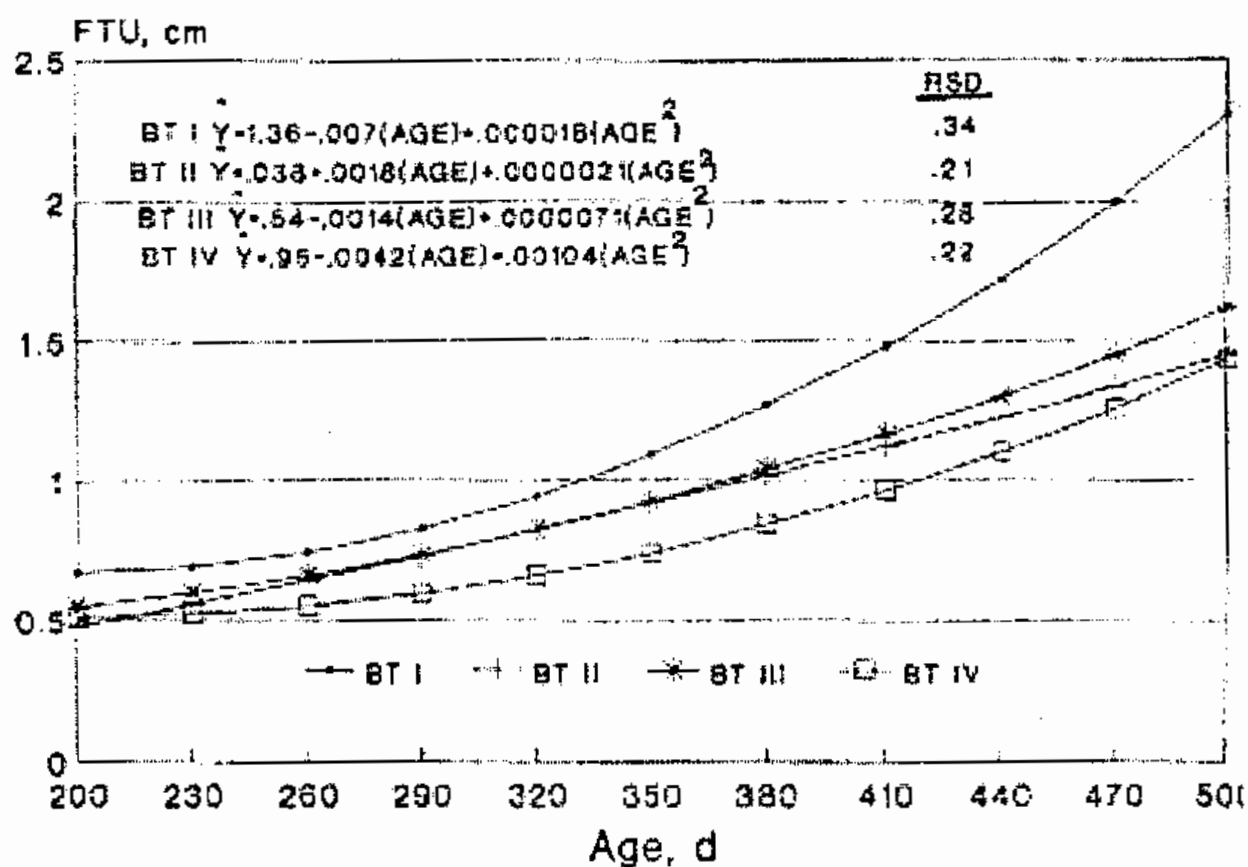
Anexo n° 5 Regresión del EGS ultrasónico(FTU) contra Peso (Weight) por tipo biológico(BT)¹¹



Fuente :Hamlin et al. 1995 a

¹¹ BT1:Hereford-Angus, BT2:Charolais-Salers, BT3:Nellore-, BT4: Piamontesa

Anexo nº 6 Regresión del EGS ultrasónico(FTU) contra Edad (Age) por tipo biológico(BT)



Fuente : Hamlin et al. 1995 a

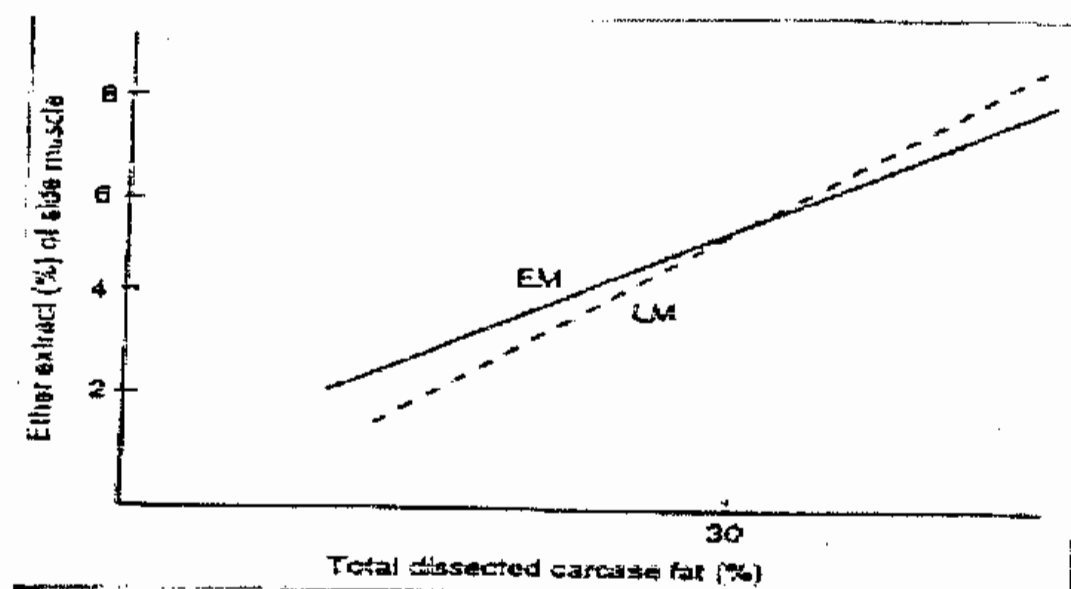
znexo nº 7 Evolución del Marmoreado según sesión de scaneado y sexo

Sesión de escaneado					
Sexo	1	2	3	4	5
Toros	3,25 x	3,41 x	3,43 x	3,54 x	4,05 x
Vaquillonas	3,95 y	4,18 y	4,43 y	4,75 y	4,99 y
Novillos	3,66 xy	3,93 y	4,02 y	4,25 y	4,55 xy

Promedios en una misma columna con diferentes letras (x, y) son significativamente diferentes con una $p < 0.05$

Fuente : Hassen et al. 1998 b

Anexo nº 8 Cambios en el Marmoreado (%Ether extract of side muscle) con el incremento de la grasa subcutánea e intermuscular en novillos de madurez temprana(EM) y tardía(LM).



Fuente :Johnson 1998

Anexo nº 9 Correlación entre peso vivo y peso de carcasa con producto vendible

<u>Autor y año</u>	<u>Kg. Producto vendible</u>	<u>Porcentaje de prod. vendible</u>	<u>Peso de carcasa</u>
Herring et al. 1994a ¹	Peso vivo Retl1=0.834 Retl2=0.804 Retlrm1=0.846 Retlrm2=0.824 Total1=0.881 Total2=0.863 Peso de carc Retl1=0.918 Retl2=0.894 Retlrm1=0.909 Retlrm2=0.891 Total1=0.929 Total2=0.915	Peso vivo Retl1=-0.409 Retl2=-0.424 Retlrm1=-0.353 Retlrm2=-0.365 Total1=-0.276 Total2=-0.286 Peso de carc Retl1=-0.309 Retl2=-0.321 Retlrm1=-0.294 Retlrm2=-0.303 Total1=-0.243 Total2=-0.248	
Hassen et al. 1999 ²	365días=0.71 382días=0.74 414días=0.75 448días=0.73	365días=-0.31 382días=-0.29 414días=-0.24 448días=-0.18	365días=0.75 382días=0.77 414días=0.78 448días=0.75

¹Retl: Constituido por los cortes vendibles round, loin, rib y chuck ; Retlrm: constituido por los cortes vendibles round, loin, rib, chuck, más los recortes magros de estos cortes; Total : constituido por la totalidad de los cortes vendibles de la media res más sus recortes magros.

² Los valores fueron de ultrasonido fueron ajustados a 4 edades de terminación:

-448 días, corresponde a la edad promedio de los animales en la última sesión de scaneado previo a la faena.

-414 días, corresponde a la edad promedio de los animales en la penúltima sesión de scaneado previo a la faena.

-382 días, corresponde a la edad promedio de los animales en la antepenúltima sesión de scaneado previo a la faena.

-365 días

Anexo nº 10 Sistema de Clasificación y Tipificación de INAC

Grados de conformación

Tipo I Corresponde a reses cilíndricas, largas y de aspecto compacto con líneas convexas, el cuarto trasero es bien redondeado con gran desarrollo de sus masas musculares. Presenta buen arqueado de costillas en toda su extensión, la región de la paleta uniforme y de buen desarrollo. Las líneas superiores e inferiores son rectas y paralelas.

Tipo N Corresponde a carcasas largas no tan compactas, y con líneas redondeadas aunque de menor convexidad. El manto trasero presenta un buen desarrollo de las masas musculares. El arqueado de las costillas es bueno aunque menor que el del tipo I. El manto delantero se presenta bien conformado y desarrollado. Las líneas superior e inferior son casi rectas y paralelas.

Tipo A Corresponde a reses con perfiles ligeramente rectos. El cuarto trasero presenta una pierna medianamente profunda y musculosa. Sus líneas siendo armónicas aparecen como algo deprimidas. Posee poco arqueado de costillas y el delantero es bien conformado y musculoso. Las líneas superior e inferior son algo irregulares y paralelas.

Tipo C Corresponde a reses ligeramente desarrolladas. El cuarto trasero no presenta líneas de contorno rectas o subconcavas. El arqueado de costillas es discreto, tendiendo a plano. El cuarto delantero presenta regular desarrollo muscular, las líneas superior e inferior son irregulares y divergen ligeramente de caudal a craneal.

Tipo U Corresponde a reses de conformación diferente con líneas angulosas, de perfil cóncavo y con muy poco desarrollo muscular. Las líneas superior e inferior distan mucho de ser paralelas. La totalidad de las regiones anatómicas son muy deprimidas.

Tipo R Corresponde a reses que presentan una marcada carencia muscular y sus contornos muy deprimidos y alineados, siguiendo prácticamente la línea del esqueleto que es apreciable en todas sus partes.

Grados de terminación

Grado 0

Cobertura muy escasa o carencia total. Vestigios de grasa al corte. Las reses que presentan esta terminacion son las comunmente llamadas "magras".

Grado 1

Escasa cobertura y poco uniforme. Grandes areas sin cubrir, generalmente en las regiones de la pierna y el cogote.

Grado 2

Grasa moderadamente abundante. Distribucion uniforme aceptandose moderados excesos en las regiones escapular y de la grupa.

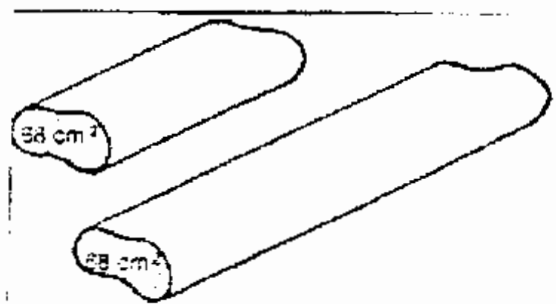
Grado 3

Cobertura grasa abundante y uniforme. En regiones tales como la escapular, grupa y parrillacostal se aceptan excesos que dan a la cobertura de esas regiones aspecto moderadamente grumoso.

Grado 4

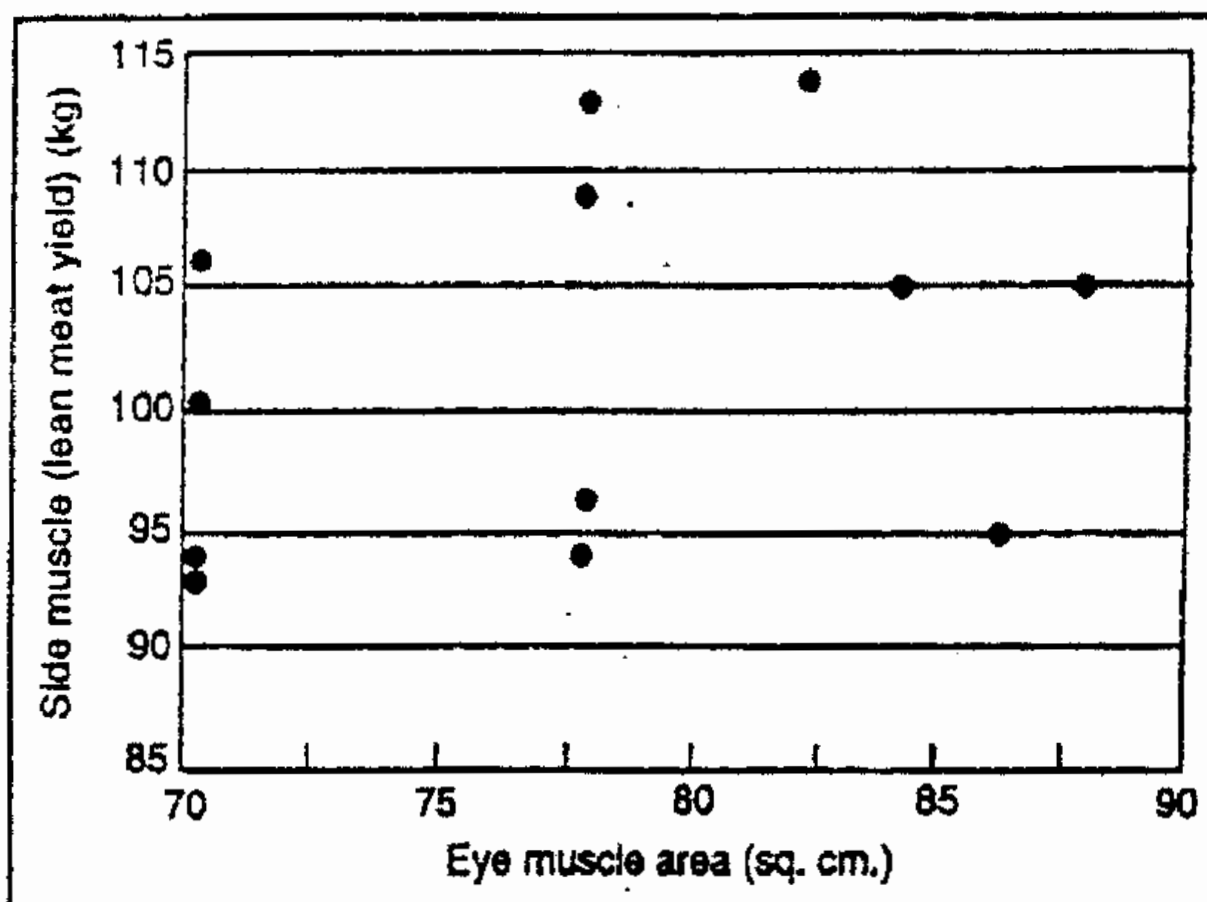
Grasa de cobertura excesiva. Cubre casi la totalidad de las regiones de la carcasa. Esa abundancia determina que la grasa pierda consistencia, por lo que aparece flaccida y con aspecto grumoso.

Anexo n° 11 Dos músculos Longissimus Dorsi con la misma AOB pero diferentes longitudes, volúmenes y pesos.



Fuente :Johnson 1998

Anexo n° 12 Relación del AOB (Eye muscle area) con el peso muscular de la media res (side muscle) en novillos .



Fuente :Johnson 1998

Anexo n° 13 Correlaciones de AOB con producto vendible

<u>Autor y año</u>	<u>Peso carc.</u>	<u>Peso Prod. vendible</u>	<u>Porcentaje de prod. vendible</u>
Herring et al. 1994		AOBultr Retl1=0.584 Retl2=0.574 Retlrm1=0.542 Total 1=0.525 Total 2=0.519 AOBcarc Retl1=0.431 Retl2=0.447 Retlrm1=0.398 Retlrm2=0.408 Total 1=0.334 Total 2=0.345	AOBultr Retl1=0.166 Retl2=0.134 Retlrm1=0.119 Retlrm2=0.096 Total 1=0.095 Total 2=0.82 AOBcarc Retl1=0.377 Retl2=0.372 Retlrm1=0.327 Retlrm2=0.324 Total 1=0.232 Total 2=0.242
Hamlin et al. 1995:①	AOB1=0.47 AOB2=0.46 AOB3=0.44 AOB4=0.47 AOB5=0.51 AOB6=0.40 AOB7=0.49 AOBcarc=0.38	RPD8 AOB1=0.48 AOB2=0.48 AOB3=0.5 AOB4=0.46 AOB5=0.42 AOB6=0.44 AOB7=0.48 AOBcarc=0.62 RPD0 AOB1=0.47 AOB2=0.47 AOB3=0.49 AOB4=0.45 AOB5=0.40 AOB6=0.44 AOB7=0.46 AOBcarc=0.64	RPD8P AOB1=-0.07 AOB2=-0.08 AOB3=0.00 AOB4=-0.07 AOB5=-0.19 AOB6=0.08 AOB7=-0.13 AOBcarc=0.34 RPD0P AOB1=-0.04 AOB2=-0.07 AOB3=0.00 AOB4=-0.06 AOB5=-0.19 AOB6=0.09 AOB7=-0.12 AOBcarc=-0.36
Hassen et al. 1999	AOBultr 448dias=0.31 414dias=0.38 382dias=0.38 365dias=0.35	AOBultr 448dias=0.35 414dias=0.42 382dias=0.40 365dias=0.35	AOBultr 448dias=0.15 414dias=0.11 382dias=0.05 365dias=0.01

① Se define producto vendible como la suma de los cortes round, loin, rib, chuck., plate, flank, brisket plus shank a los cuales se les recorta la grasa en exceso sobre 0,80 cm (RPD8) o se les quita en su totalidad (RPD0)

Anexo nº 14 Correlaciones de EGS con producto vendible

Autor y año	KG DE PRODUCTO VENDIBLE	PESO DE CARCASA	% DE PRODUCTO VENDIBLE
Herring et al. 1994a	EGSultr Retl1=0.176 Retl2=0.128 Retlrm1=0.144 Retlrm2=0.108 Total1=0.169 Total2=0.139 EGScarc Retl1=0.137 Retl2=0.085 Retlrm1=0.122 Retlrm2=0.085 Total1=0.138 Total2=0.105		EGSultr Retl1=-0.423 Retl2=-0.474 Retlrm1=-0.489 Retlrm2=-0.522 Total1=-0.487 Total2=-0.515 EGScarc Retl1=-0.461 Retl2=-0.513 Retlrm1=-0.491 Retlrm2=-0.528 Total1=-0.517 Total2=-0.548
Hamlin et al. 1995b 1:		FTU1=0.27 FTU2=0.28 FTU3=0.32 FTU4=0.32 FTU5=0.34 FTU6=0.24 FTU7=0.42 Ftcarc=0.44	
Hassen et al. 1999	448dias=0.07 414dias=0.07 382dias=-0.06 365dias=-0.05	448d=-0.05 414d=-0.06 382d=-0.06 365d=-0.06	448d=-0.63 414d=-0.64 382d=-0.62 365d=-0.57

①FTUi : EGS a la i sesión de scaneado; FTUF: EGS final

Anexo n° 15 Correlaciones de Marmoreado con producto vendible

Autor y año	Kg de producto vendible	% de producto vendible	Peso de carcasa
Herring et al. 1994	Retl1=0.079 Retl2=0.50 Retlrm1=0.035 Retlrm2=0.13 Total1=0.036 Total2=0.17	Retl1=-0.389 Retl2=-0.404 Retlrm1=-0.489 Retlrm2=-0.493 Total1=-0.558 Total2=-0.551	
Hassen et al. 1999	365días=-0.04 382días=-0.08 414días=-0.13 448días=-0.15	365días=-0.45 382días=-0.5 414días=-0.52 448días=-0.48	365días=0.04 382días=-0.02 414días=-0.06 448días=-0.08

Anexo n° 16 Predicción de peso de carcasa

Autor y año	No de ec.	R2 modelo	Peso vivo	AOB ultr	EGS ultr
Hassen et al. 1999	1- 448 días	1. 0.7	R2= 0.66	R2= 0.04	R2=0.02
	2-414 días	2. 0.77	R2=0.71	R2= 0.04	R2= 0.03
	3-382 días	3. 0.77	R2=0.73	R2=0.01	R2= 0.05
	4-365 días	4. 0.76	R2=0.71		

Anexo n° 17 Predicción de peso de producto vendible a partir de medidas en vivo y ultrasonido

Autor y año	No de ec.	R2	AOB	EGS	Score visual de grasa	Peso vivo(kg)
Hassen et al. 1999	1-448días	1-0.68	*R2=0.07	*R2=0.02		*R2=0.59
	2-414días	2-0.75	*R2=0.08	*R2=0.04		*R2=0.63
	3-382días	3-0.76	*R2=0.03	*R2=0.09		*R2=0.64
	4-365días	4-0.74	*R2=0.01	*R2=0.1		*R2=0.63
Herring et al. 1994	1-Retl1	1- 0.815	*R2= 0.07		*R2= 0.05	*R2= 0.696
	2-Retl2	2- 0.783	*R2= 0.07		*R2= 0.07	*R2= 0.647
	3-Retlrm1	3- 0.802	*R2= 0.05		*R2= 0.04	*R2= 0.716
	4-Retlrm2	4- 0.775	*R2= 0.05		*R2= 0.05	*R2= 0.679
	5-Total1	5- 0.843	*R2= 0.03		*R2= 0.04	*R2= 0.776
	6-Total2	6- 0.821	*R2= 0.04		*R2= 0.04	*R2= 0.745

Anexo n° 18 Predicción de peso de producto vendible a partir de medidas en carcasa

Autor y año	No de ec	R2	Peso carcasa	AOB	EGS	KPH
Herring et al 1994 a	1-Retl1	1- 0.912	*R2=0.842	*R2=0.039	*R2=0.027	*R2=0.014
	2-Retl2	2- 0.908	*R2=0.799	*R2=0.039	*R2=0.055	*R2=0.015
	3-Retlrm1	3- 0.910	*R2=0.827	*R2=0.008	*R2=0.027	*R2=0.048
	4-Retlrm2	4- 0.898	*R2=0.794	*R2=0.009	*R2=0.039	*R2=0.056
	5-Total1	5- 0.920	*R2=0.864		*R2=0.037	*R2=0.019
	6-Total2	6- 0.909	*R2=0.837		*R2=0.048	*R2=0.024

Anexo n° 19 Predicción de porcentaje de producto vendible a partir de medidas en carcasa.

Autor y año	No de ec.	R2	AOB	EGS	EQSW	Peso de carcasa	KPH
Herring et al. 1994 a	1-Retl1	0.564	*0.056	*0.122		*0.044	*0.342
	2-Retl2	0.596	*0.056	*0.164		*0.042	*0.334
	3-Retlrm1	0.552		*0.136			*0.416
	4-Retlrm2	0.568		*0.167			*0.401
	5-Total1	0.568		*0.161			*0.378
	6-Total2	0.553		*0.190			*0.363
Greiner et al 1996	1-	0.676	*0.05	*0.56		*0.051	*0.016
	2-	0.59	*0.076	*0.44		*0.062	*0.012
	3-	0.38	*0.072	*0.231		*0.031	*0.046
	4-	0.634	*0.059	*0.492		*0.067	*0.017

Anexo nº 20 Predicción de porcentaje de producto vendible a partir de medidas en vivo y ultrasonido

Autor y año	No Ec	R2	AOB	EGS	P8	Mb. ●	Score visual de grasa	Peso vivo (kg)	Score de musc.	Altura del anca	BWT (Ultr.) ●
Herring et al. 1994 a	Ret11 Ret12 Ret1trm1 Ret1trm2 Total1 Total2	0.473 0.484 0.363 0.404 0.309 0.338	*0.11 *0.09 * *0.05	*0.239 *0.24 *0.07			*0.29 *0.321 * *0.067 *0.072 *0.073	*0.073		* *0.05	
Hamlin et al. 1995 b				RPD8P F1=.32 F2=.41 F3=.41 F4=.45 F5=.60 F6=.56 F7=.58 RPD0P F1=.33 F2=.43 F3=.43 F4=.46 F5=.59 F6=.54 F7=.59							
Greiner et al. 1996●	1- 2- 3- 4-	0.68 0.576 0.611 0.4	*0.015 *0.042 *0.025 *0.013	*0.575 *0.456 *0.481 *0.273	*0.037 *0.018 *0.031 *0.077			*0.012 *0.033 *0.015 *0.025	*0.037 *0.022 *0.058 *0.011		*0.005 *0.005
Hassen et al. 1999	448días 414días 382días 365días	0.53 0.57 0.61 0.6	*0.05 *0.06 *0.04 *0.03	*0.42 *0.46 *0.48 *0.46		* 0.03 0.03 0.03 0.03		*0.03 *0.02 *0.05 *0.06		*0.01 *0.02	

●Marmoreado

●Body wall thickness

●Ecuación 1: conjunto de los animales del experimento

Ecuación 2: para animales cuyo EGS fuese >0,508 cm y <1,524 cm

Ecuación 3: para animales cuyo EGS fuese <1,016 cm

Ecuación 4: para animales cuyo EGS fuese >1,016 cm

Anexo n° 21 Determinación del EGS y AOB en la interfase de las costillas 12/13



Anexo n° 22 Determinación del Marmoreado

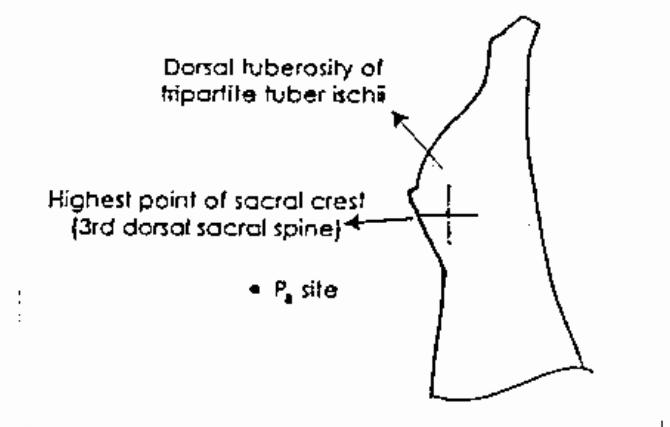


Anexo n° 23 Determinación del P8 sobre el cuadril

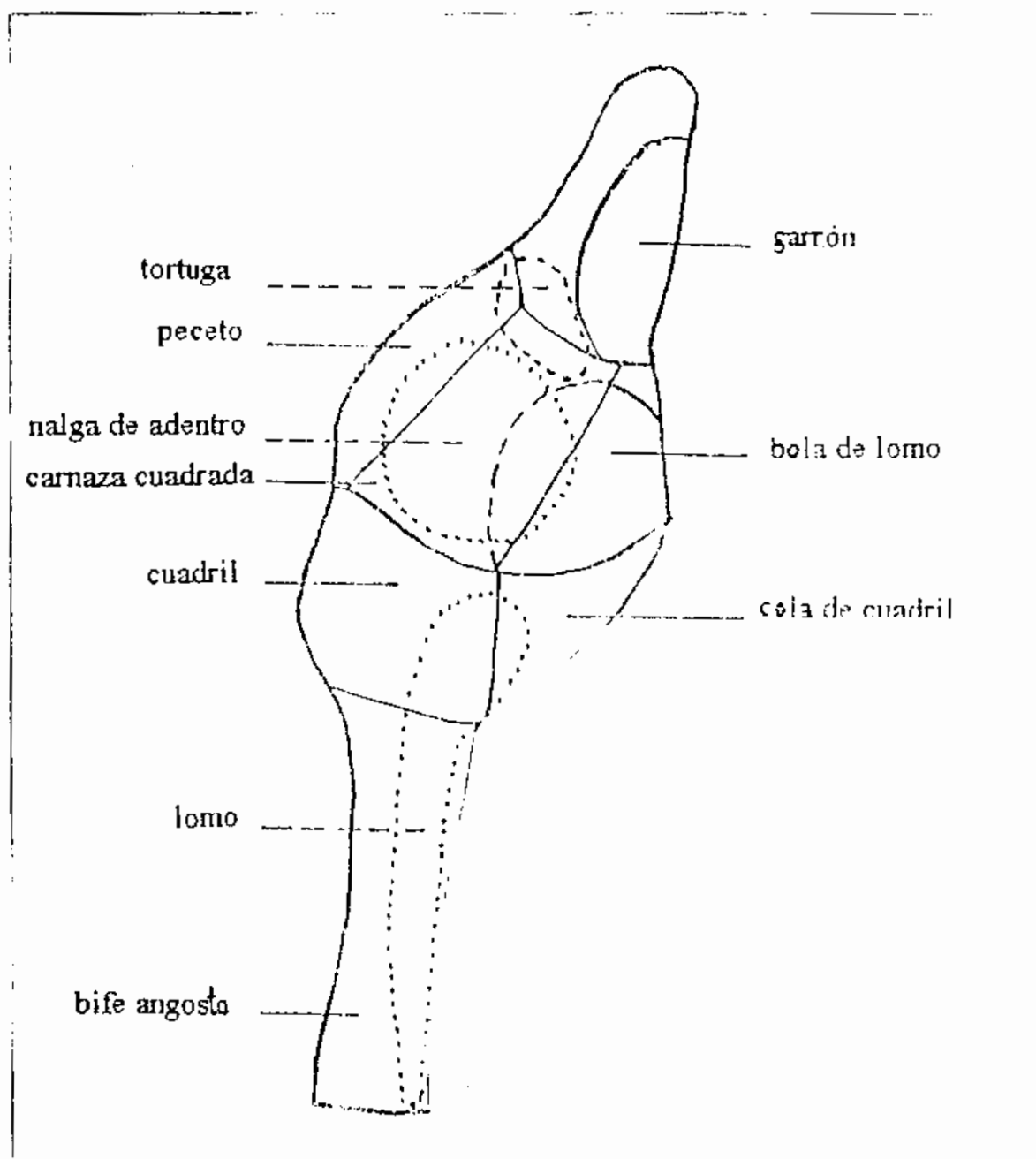


Anexo n° 24 Determinación del AOB de carcasa en la interfase de las costillas 10/11



Anexo n° 25 Sitio de medida del P8 a nivel de la carcasa

Anexo n° 26 Cortes comerciales que constituyen el corte pistola 3 costillas con garrón.



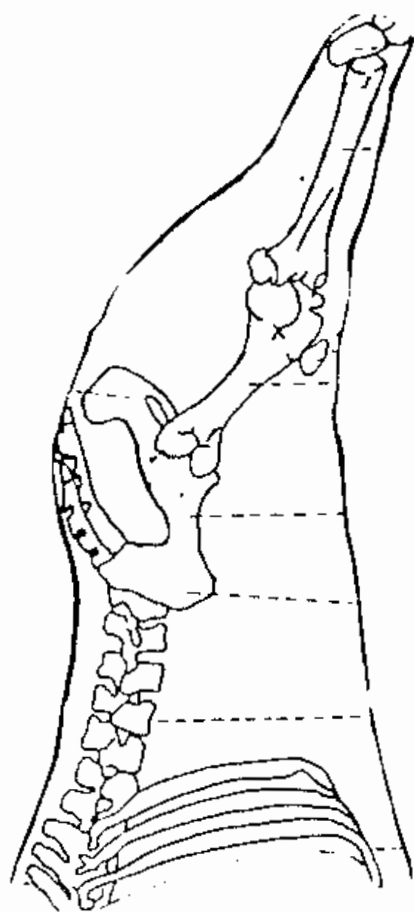
Anexo n°27 Corte pistola tres costillas sin garrón

**1.03. PISTOLA
3 COSTILLAS SIN GARRON**

**Three rib pistola cut,
shank off**



Anexo nº 28 Base ósea del corte pistola 3 costillas con garrón.



Anexo n° 29 Correlaciones entre variables medidas

	P8 F	P8 v	EGS f (10/11)	EGS v (10/11)	PESO	AOB v (10/11)	AOB f (10/11)	EGSv 12/13	Marb .
P8 v	0.659 ¹	1	0.533 ¹	0.678 ¹	0.055	-0.028	0.106		- 0.093
EGSv (12/13)	0.509 ¹	0.591 ¹	0.642 ¹	0.531 ¹	0.092	0.287	0.184 ²		- 0.016
EGS v (10/11)	0.423 ²	0.678 ¹	0.886 ¹	1	-0.147	0.137	0.146		0.407 ²
Peso	-0.012	0.055	0.035	-0.147	1	0.365*	0.274 ¹		- 0.026
AOB v(12/13)	-0.0154	0.129 ³	0.206 ¹	-0.027	0.407 ¹	0.882 ¹	0.808 ¹	0.252 ¹	0.018
AOB v (10/11)	-0.236	-0.029	0.101	0.137	0.365 ³	1	0.961 ¹	0.287	0.356 ³
Marmore ado	-0.212 ²	-0.093	0.037	0.407 ²	-0.026	0.356 ³	-0.015		1
P8 frio			0.444 ¹	0.423 ²			0.019		
AOBf 10/11			0.198 ¹		0.276 ¹				- 0.015

¹ P < .01

² P < .05

³ P < .1

N=186 en todos los casos excepto en AOBv10/11 , EGSv 10/11(N=27), y Marmoreado(N=129)

Anexo n° 30 Variables registradas según grado de conformación

Variables	Grados conformación		
	I	N	A
Peso vivo	452.5a	445.53a	445.98a
Rendimiento	61.16a	55.41b	53.93c
Segunda balanza	252.5a	232.94a	226.6b
Media res	125.3a	115.02ab	112.23b
Marmoreado		3.62a	3.59a
Peso pistola	51.9a	47.97a	47.01a
% pistola	41.45a	41.71a	41.93a
P8 f	10.5a	10.07a	9.59a
P8 v	11.25a	9.17a	7.99b
EGS v 12/13	6.85a	6.95ab	6.43ac
EGS f 10/11	11.35a	8.67a	7.89a
AOB v 12/13	61.5a	56.43a	54.86b
AOB f 10/11	59.0a	54.87a	53.72a

Medias de la misma letra no difieren significativamente al 0.05

Anexo n° 31 Variables registradas según grado de terminación

Variables	Grados terminación	
	1	2
P8 v	6.09a	8.96b
P8 f	8.29a	10.00b
EGS v 12/13	5.33a	6.85b
EGS f 10/11	6.50a	8.55a
AOB v 12/13	55.59a	56.04a
AOB f 10/11	55.39a	54.55a
Marmoreado	3.30a	3.62a
Peso vivo	449.71a	445.58a
Rendimiento	52.08a	55.16b
Segunda balanza	223.43a	231.62a
Media res	109.83a	114.50a
Peso pistola	46.54a	47.78a
% pistola	42.44a	41.75a

Medias de la misma letra no difieren significativamente al 0.05

Anexo n° 32 Variables registradas según dentición

Variables	Dentición		
	0	2	4
Peso vivo	444.78 a	444.76 a	436.00 a
Rendimiento	54.72 a	55.65 b	56.19 b
Segunda balanza	228.59 b	234.42 a	230.60 ab
Media res	112.99 a	115.86 b	113.76 ab
Marmoreado	3.63 a	3.59 a	3.61 a
Peso pistola	47.54 a	47.99 a	47.24 a
% pistola	42.1 a	41.42 b	41.51ab
P8 f	9.40 a	10.54 b	10.00 ab
P8 v	8.59 a	9.04 a	10.76 b
EGS v 12/13	6.56 a	7.01 b	7.60 ab
EGS f 10/11	7.87 a	9.08 b	9.60 ab
AOB v 12/13	55.92 a	56.04 a	57.90 a
AOB f 10/11	53.70 a	55.52 b	55.44 ab

Letras iguales no difieren significativamente al 0.05.

Anexo n° 33 Precisión en la determinación del AOB de carcasa a partir de la determinación con ultrasonido en la interfase de las costillas 12/13.

Magnitud del AOB carcasa (cm2)	Numero de obs. dentro del rango	%obs. dentro de ± 6.45 cm2
40-45	2	100,00
45-50	40	87,50
50-55	54	94,44
55-60	63	96,83
60-65	23	95,65
65-70	4	100,00

Anexo n° 34 Precisión en la determinación del AOB de carcasa a partir de la determinación con ultrasonido en la interfase de las costillas 10/11.

Magnitud del AOB carcasa (cm2)	Numero de obs. dentro del rango	% obs. dentro de ± 6.45 cm2
45-50	9	100
50-55	8	100
55-60	8	100
60-65	2	100

Anexo n° 35 Ecuaciones para la predicción de los residuales AOB, EGS y P8 (valor de ultrasonido- valor de carcasa) en función del valor de AOB, EGS y P8 de carcasa.

Residuales AOB $v_{12/13} = -0.255 \cdot \text{AOB}_{\text{frio } 10/11} + 15.378$

Residuales AOB $v_{10/11} = -0.112 \cdot \text{AOB}_{\text{frio } 10/11} + 6.342$

Residuales EGS $v_{10/11} = -0.284 \cdot \text{EGS}_{\text{frio } 10/11} + 2.776$

Residuales EGS $v_{12/13} = -0.661 \cdot \text{EGS}_{\text{frio } 10/11} + 3.926$

Residuales P8 $v_{\text{vivo}} = -0.430 \cdot \text{P8}_{\text{frio}} + 3.190$

Anexo n° 36 Precisión en la determinación del EGS de carcasa a partir de la determinación con ultrasonido en la interfase de las costillas 12/13.

Magnitud del EGS carcasa (mm)	N° obs. dentro del rango	Porcentaje de obs. dentro de $\pm 2,45$ mm	Porcentaje de obs. dentro de $\pm 5,08$ mm
>3,0 y $\leq 4,5$	8	87,5	100
>4,5 y $\leq 6,0$	34	97,06	100
>6,0 y $\leq 7,5$	42	100	100
>7,5 y $\leq 9,0$	41	75,61	100
>9,0 y $\leq 10,5$	25	48	100
>10,5 y $\leq 12,0$	20	20	90
>12,0 y $\leq 13,5$	7	0	57,1
>13,5 y $\leq 15,0$	6	0	16,67
>15,0 y $\leq 16,5$	1	0	0
>16,5 y $\leq 18,0$	0	0	0
>18,0 y $\leq 19,5$	1	0	0
>19,5	1	0	0

Anexo n° 37 Precisión en la determinación del EGS de carcasa a partir de la determinación con ultrasonido en la interfase de las costillas 10/11.

Magnitud del EGS carcasa (mm)	N° obs. dentro del rango	Porcentaje de obs. dentro de $\pm 2,45$ mm	Porcentaje de obs. dentro de $\pm 5,08$ mm
>3,0 y $\leq 4,5$	1	100	100
>4,5 y $\leq 6,0$	8	100	100
>6,0 y $\leq 7,5$	7	100	100
>7,5 y $\leq 9,0$	7	100	100
>9,0 y $\leq 10,5$	1	100	100
>10,5 y $\leq 12,0$	3	100	100

Anexo n° 38 Precisión en la determinación del P8 de carcasa a partir de la determinación con ultrasonido sobre el cuadril.

Magnitud del P8 carcasa	N° obs. dentro del rango	Porcentaje de obs. dentro de $\pm 2,45$ mm	Porcentaje de obs. dentro de $\pm 5,08$ mm
>4,5 y $\leq 6,0$	6	66,67	100,00
>6,0 y $\leq 7,5$	18	100,00	100,00
>7,5 y $\leq 9,0$	58	94,83	100,00
>9,0 y $\leq 10,5$	40	85,00	100,00
>10,5 y $\leq 12,0$	43	69,77	100,00
>12,0 y $\leq 13,5$	9	55,56	100,00
>13,5 y $\leq 15,0$	12	45,45	81,82

Anexo n° 39 Modelos de predicción de EGS , AOB y P8 de carcasa sin detección de outliers ni puntos influenciales.

Variable a predecir	Variable independiente	R2 del modelo	RCME
AOBf 10/11	AOBv 12/13	0,653	2,96
P8 f	P8 v	0,435	1,67
EGS f10/11	EGS v 12/13	0,412	2,13

Anexo n° 40 Evaluación del poder predictivo de las variables peso vivo, peso en segunda balanza y peso de media res en la predicción del peso del corte pistola.

Var. indep.	R2 del modelo	RCME
Peso vivo	0,7457	1,939
Peso segunda bal.	0,8760	1,354
Peso media res	0,9112	1,146

Anexo n° 41 Evaluación del poder predictivo de las variables peso vivo, peso en segunda balanza y peso de media res en la predicción del porcentaje del corte pistola.

Var. indep.	R2 del modelo	RCME
Peso vivo	0,0094	1,021
Peso segunda bal.	0,0382	1,006
Peso media res	0,0325	1,009

Anexo n° 42 Modelos para la predicción de rendimiento en segunda balanza, peso en segunda balanza, porcentaje y peso del corte pistola 3 costillas con garrón.

Modelos para la predicción de segunda balanza

$$M2^{\circ}P = -15.37 + 0.47\text{peso} + 0.9P8 + 0.52AOBv12/13$$

$$M2^{\circ} = 160.35 + 1.38P8v + 1.05AOB12/13$$

Modelos para la predicción de rendimiento en segunda balanza

$$MRP = 46.55 + 0.23P8v + 0.12AOBv12/13$$

$$MR = 47.85 + 0.21P8v + 0.1AOBv12/13$$

Modelos para la predicción del peso del corte pistola

$$MP1 = -4.67 + 0.1\text{Peso} + 0.15AOBv12/13 - 0.18Gv12/13$$

$$MP2 = -32.57 + 0.098\text{Peso} + 0.63\text{Rend} - 0.29P8v + 0.076AOBv12/13$$

$$MP3 = 6.25 + 0.2\text{Seg} - 0.11\text{Rend} + 0.39\text{Conf} - 0.22\text{Dent}$$

$$MP4 = 2.61 + 0.39\text{Media} - 0.2\text{Dent} - 0.08P8\text{Enf} - 0.066Gf10/11 + 0.034AOBF10/11$$

$$MP5 = 1.9 - 0.22\text{Dent} + 0.39\text{Media} - 0.19P8v + 0.044AOBF10/11$$

$$M1 = 31.98 + 0.28AOBv12/13$$

$$M2 = 32.14 + 0.28AOBv12/13$$

$$M3 = 51.13 - 1.62\text{Conf}$$

$$M4 = 37.23 - 0.97\text{Conf} + 0.23AOBF10/11$$

$$M5 = 33.37 + 0.26AOBv12/13$$

Modelos para la predicción del porcentaje del corte pistola

$$M1P\% = 46.36 - 0.006\text{Peso} - 0.198P8v$$

$$M2P\% = 44.80 - 0.01\text{Segund} - 0.18\text{Dent} - 0.18P8v + 0.033AOBv12/13$$

$$M3P\% = 49.21 - 0.009\text{Segund} - 0.09\text{Rend} - 0.17\text{Dent}$$

$$M4P\% = 47.39 - 0.01\text{Seg} - 0.067\text{Rend} - 0.16\text{Dent} - 0.064\text{P8Enfr} - 0.04\text{Gf10/11} + 0.035\text{AOBf10/11}$$

$$M5P\% = 44.67 - 0.21\text{Dent} - 0.01\text{Seg} - 0.18\text{P8v} + 0.03\text{AOBf10/11}$$

$$M1\% = 43.34 - 0.18\text{P8v}$$

$$M2\% = 43.90 - 0.15\text{P8v} - 0.09\text{Gv12/13} - 0.23\text{Dent}$$

$$M3\% = 42.06 - 0.25\text{Dent}$$

$$M4\% = 43.21 - 0.17\text{Dent} - 0.08\text{P8enf} - 0.05\text{Gf10/11}$$

$$M5\% = 43.58 - 0.21\text{Dent} - 0.18\text{P8v}$$

Anexo n° 43 Predicción del peso en segunda balanza y del rendimiento en segunda balanza sin estudio de outliers ni puntos influyentes.

Predicción de peso de segunda balanza incluyendo medidas de peso sin estudio de outliers ni puntos influyentes.

	Variables	R2 del modelo	R2 parcial	Cp	RCME
M2°P a	Peso vivo	0.7806	0.7806	22.06	7.86
	P8 v	0.8015	0.021	10.04	7.51
	AOB v 12/13	0.8136	0.012	3.97	7.51

a Modelo 1: Peso vivo, P8 v, AOB v 12/13, EGS v 12/13, marmoreado.

Predicción de peso en segunda balanza sin incluir medidas de peso y sin estudio de outliers ni puntos influyentes.

	Variables	R2 del modelo	R2 parcial	Cp	RCME
M2° a	AOB v 12/13	0.1840	0.1840	0.898	15.16

a Modelo 1: P8 v, AOB v 12/13, EGS v 12/13, marmoreado.

Predicción de rendimiento en segunda balanza con medidas de peso incluidas sin estudio de outliers ni puntos influyentes.

	Variables	R2 del modelo	R2 parcial	Cp	RCME
MRP a	P8 v	0.1776	0.1776	27.42	1.62
	AOB v 12/13	0.2193	0.0417	6.73	1.59

a Modelo 1: Peso vivo, P8 v, AOB v 12/13, EGS v 12/13, marmoreado.

Predicción de rendimiento en segunda balanza sin medidas de peso y sin estudio de outliers ni puntos influyentes.

	Variables	R2 del modelo	R2 parcial	Cp	RCME
MR a	P8 v	0.1776	0.1776	7.07	1.62
	AOB v 12/13	0.2193	0.0417	2.37	1.59

a Modelo 1: P8 v, AOB v 12/13, EGS v 12/13, marmoreado.

Anexo n° 44 Predicción de peso del corte pistola con peso sin estudio de *outliers* ni puntos influenciales.

	Variables	R2 del modelo	R2 parcial	Cp	RCME
MP1 a	Peso vivo	0.7487	0.7487	12.12	1.77
	AOB v 12/13	0.7722	0.0235	1.315	1.69
MP2 b	Segunda balanza	0.8436	0.8436	32.42	1.39
	Rendimiento	0.8593	0.0157	18.59	1.33
	Marmoreado	0.8654	0.0061	14.48	1.30
	Dentición	0.8712	0.0059	10.59	1.28
	P8 vivo	0.8756	0.0044	8.20	1.26
	AOBv 12/13	0.8791	0.0035	6.70	1.25
MP3c	Segunda balanza	0.8760	0.8760	13.45	1.35
	Dentición	0.8837	0.0077	3.32	1.31
	Rendimiento	0.8858	0.0021	2.07	1.31
MP4d	Media res	0.9112	0.9112	45.46	1.15
	P8 f	0.9231	0.0119	17.00	1.07
	Dentición	0.9270	0.0039	9.03	1.04
	EGS f 10/11	0.9288	0.0018	6.31	1.03
	AOB f 10/11	0.9308	0.0020	3.23	1.02
MP5e	Media res	0.8857	0.8857	38.83	1.19
	P8 f	0.9044	0.0187	13.99	1.09
	EGS f 10/11	0.9090	0.0046	9.39	1.07
	AOB f 10/11	0.9136	0.0045	4.89	1.05
	Dentición	0.9170	0.0034	1.97	1.03

a Modelo 1: Peso vivo, P8 v, AOB v 12/13, EGS v 12/13, marmoreado.

bModelo 2: Peso vivo, P8 v, AOB v 12/13, EGS v 12/13, marmoreado, conformación, terminación, dentición.

c Modelo 3: Segunda, rendimiento, conformación, terminación, dentición

d modelo 4: Media, rendimiento, conformación, terminación, dentición, P8 f, AOB f 10/11, EGS f 10/11.

eModelo 5: 1: Peso vivo, media, segunda, rendimiento. P8 v, AOB v 12/13, EGS v 12/13, marmoreado., conformación, terminación, dentición, P8 f, AOB f 10/11, EGS f 10/11.

Anexo nº 45 Predicción del peso del corte pistola sin peso sin estudio de *outliers* ni puntos influyentes.

	Variables	R2 del modelo	R2 parcial	Cp	RCME
M1 a	AOB v 12/13	0.2016	0.2016	-0.0323	3.15
M2 b	AOB v 12/13	0.2016	0.2016	-1.0409	3.15
M3 c	Conformación	0.02	0.02	0.1787	3.81
M4 d	AOB f 10/11	0.17	0.17	0.5292	3.50
M5 e	AOB v 12/13	0.2016	0.2016	-3.16	3.15

a Modelo 1 : P8 v, AOB v 12/13, EGS v 12/13, marmoreado.

b Modelo 2 : P8 v, AOB v 12/13, EGS v 12/13, marmoreado, conformación, terminación, dentición.

c Modelo 3 : conformación, terminación, dentición.

d Modelo 4 : conformación, terminación, dentición, P8 f, AOB f 10/11, EGS f 10/11.

e Modelo 5 : conformación, terminación, dentición, P8 f, AOB f 10/11, EGS f 10/11, P8 v, AOB v 12/13, EGS v 12/13, marmoreado

Anexo n° 46 Predicción del porcentaje del corte pistola con peso sin estudio de outliers ni puntos influenciales.

	Variables	R2 del modelo	R2 parcial	Cp	RCME
M1P% a	P8 v	0.1254	0.1254	5.87	1.00
M2P% b	P8 v	0.1254	0.1254	13.85	1.00
	Dentición	0.1842	0.0588	6.52	0.97
	Segunda	0.2047	0.0205	5.26	0.96
M3P% c	Dentición	0.0987	0.0987	5.68	0.97
	Segunda balanza	0.1223	0.0236	2.76	0.96
M4P% d	P8f	0.1395	0.1395	23.57	0.95
	Dentición	0.1948	0.0552	12.38	0.92
	EGS f 10/11	0.2193	0.0245	8.53	0.91
	Segunda balanza	0.2331	0.0138	7.23	0.91
	AOB f 10/11	0.2572	0.0241	3.46	0.89
M5P% e	P8 f	0.1707	0.1707	17.94	0.97
	EGS f 10/11	0.2153	0.0446	12.25	0.95
	Rendimiento	0.2478	0.0325	8.65	0.94
	AOB f 10/11	0.2840	0.0362	4.41	0.92
	Dentición	0.3067	0.0227	2.49	0.91
	Peso vivo	0.3238	0.0171	1.54	0.90

a Modelo 1: Peso vivo, P8 v, AOB v 12/13, EGS v 12/13, marmoreado.

bModelo 2: Segunda, P8 v, AOB v 12/13, EGS v 12/13, marmoreado, conformación, terminación, dentición, rendimiento.

c Modelo 3: : Segunda, rendimiento, conformación, terminación, dentición

d modelo 4: Segunda, rendimiento, conformación, terminación, dentición, P8 f, AOB f 10/11, EGS f 10/11.

eModelo 5: I: Peso vivo, media, segunda, rendimiento, P8 v, AOB v 12/13, EGS v 12/13, marmoreado., conformación, terminación, dentición, P8 f, AOB f 10/11, EGS f 10/11.

Anexo n° 47 Predicción del porcentaje del corte pistola sin peso sin estudio de outliers ni puntos influenciales.

	Variables	R2 del modelo	R2 parcial	Cp	RCME
M1% a	P8 v	0.1254	0.1254	4.42	1.00
M2% b	P8 v	0.1254	0.1254	10.02	1.00
	Dentición	0.1842	0.0588	2.94	0.97
M3% c	Dentición	0.0987	0.0987	3.16	0.97
	terminación	0.1134	0.0147	2.14	0.97
M4% d	P8 f	0.1395	0.1395	18.95	0.95
	Dentición	0.1948	0.0552	8.05	0.92
	EGS f 10/11	0.2193	0.0245	4.34	0.91
M5% e	P8 f	0.1707	0.1707	15.88	0.97
	EGS f 10/11	0.2153	0.0446	10.31	0.95
	Dentición	0.2425	0.0272	7.69	0.94
	AOB f 10/11	0.2744	0.0319	4.28	0.92

a Modelo 1 : P8 v, AOB v 12/13, EGS v 12/13, marmoreado.

b Modelo 2 : P8 v, AOB v 12/13, EGS v 12/13, marmoreado, conformación, terminación, dentición.

c Modelo 3 : conformación, terminación, dentición

d Modelo 4 : conformación, terminación, dentición, P8 f, AOB f 10/11, EGS f 10/11

e Modelo 5 : conformación, terminación, dentición, P8 f, AOB f 10/11, EGS f 10/11, P8 v, AOB v 12/13, EGS v 12/13, marmoreado