

UTILIZACION DE ULTRASONOGRAFIA PARA LA PREDICCION DE LA COMPOSICION Y CALIDAD DE CANAL

**Fondo de Promoción de Promoción
de Tecnología Agropecuaria (FPTA)**

Programa Nacional de Bovinos para Carne

Agosto, 2001

Serie Actividades

de Difusión N° 261

TACUAREMBO

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo 1. CONCEPTOS GENERALES DE LA ULTRASONOGRAFÍA.....	1
I. APLICACIONES DE LA ULTRASONOGRAFÍA EN LA PRODUCCION ANIMAL: CONCEPTOS GENERALES	1
I.1. Introducción.....	1
I.2. Descripción de la técnica del ultrasonido.....	2
I.3. Errores en la evaluación del ganado con la técnica del ultrasonido	3
I.4. Descripción de las principales medidas ultrasonográficas en producción animal .	4
I.4.1. <i>Área del ojo del bife</i>	4
I.4.2. <i>Espesor de grasa subcutánea</i>	4
I.4.3. <i>Grasa intramuscular (marmoreo)</i>	5
I.4.4. <i>P 8 (grasa subcutánea a nivel del cuadril)</i>	6
I.5. Uso de la ultrasonografía para estimar DEP (diferencias esperadas en la progenie) para características de la canal	6
I.6. Aplicaciones prácticas de la ultrasonografía en animales en engorde	8
II. EXACTITUD EN LA PREDICCIÓN DEL ÁREA DEL OJO DEL BIFE Y ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA EN LA CANAL DE NOVILLOS A FEEDLOT USANDO MEDICIONES SERIADAS DE ULTRASONIDO	11
II.1. Introducción.....	11
II.2. Materiales y Métodos	11
II.2.1. <i>Extracción de lípidos</i>	13
II.2.2. <i>Análisis estadístico</i>	13
II.3. Resultados y Discusión.....	13
II.3.1. <i>Evolución de la composición del animal en el período de engorde medida a través de la ultrasonografía y mediciones en vivo</i>	14
II.3.2. <i>Análisis de la correlación entre mediciones en vivo por ultrasonografía y registros en la canal</i>	18
II.3.3. <i>Análisis de Regresión</i>	21
II.4. Implicancias.....	27
III. PREDICCIÓN DE PUNTOS FINALES DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LAS CANALES EN NOVILLOS DE FEEDLOT UTILIZANDO MEDICIONES SERIADAS DE ULTRASONOGRAFÍA	27
III.1. Introducción.....	27
III.3. Materiales y Métodos	28
III.3.1. <i>Extracción de lípidos</i>	29
III.3.2. <i>Análisis estadístico</i>	30
III.4. Resultados y Discusión	31
III.4.1. <i>Mediciones en vivo por ultrasonografía y en la canal</i>	31
III.4.2. <i>Análisis de las correlaciones</i>	32
III.4.3. <i>Análisis de Regresión</i>	35
III.4.4. <i>Tablas de Contingencia</i>	40
III.5. Implicancias.....	43
Capítulo 2. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO Y VALOR INDUSTRIAL DE NOVILLOS EN ENGORDE EN DIFERENTES PUNTOS DE LA CADENA.....	47
I. INTRODUCCIÓN.....	47
II. EL EXPERIMENTO.....	47
III. INFORMACIÓN DESCRIPTIVA DEL EXPERIMENTO	48

III.1. En campo.....	48
III.2. Comportamiento en la faena.....	49
IV. PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO INDUSTRIAL DE NOVILLOS Y CANALES.	51
IV.1. Introducción.....	51
IV.2. Metodología.....	51
IV.3. Resultados	52
IV.3.1. <i>Análisis de correlaciones</i>	52
IV.3.2. <i>Análisis de regresión: estimación de secciones de la canal y cortes a partir de variables medibles en la línea de faena y el cuarteo</i>	53
IV.3.3. <i>Análisis de regresión: estimación de secciones de la canal y cortes a partir de variables medibles in vivo el día previo a la faena</i>	55
IV.4. Conclusiones.....	57
V. MODELOS REPRESENTATIVOS DE LOS CAMBIOS DE PESO Y COMPOSICIÓN CORPORAL EN FASE FINAL DE INVERNADA.....	59
V.1. Introducción.....	59
V.2. Hipótesis principales	59
V.3. Metodología.....	59
V.4. Resultados	60
V.5. Conclusiones.....	65
VI. CLASIFICACIÓN DE CANALES Y NOVILLOS EN FUNCIÓN DE GRUPOS DE VALOR	66
VI.1. Introducción.....	66
VI.2. Objetivos.....	67
VI.2.1. <i>Generales</i>	67
VI.2.2. <i>Intermedios</i>	67
VI.3. Metodología.....	67
VI.3.1. <i>Descripción genérica</i>	67
VI.3.2. <i>Descripción específica de la metodología usada en el presente estudio</i> ...	68
VI.4. Resultados	71
VI.4.1. <i>Clasificación de canales con variables medibles en la línea de faena y el cuarteo</i>	74
VI.4.2. <i>Clasificación en la balanza del frigorífico</i>	74
VI.4.3. <i>Clasificación en el campo el día de embarque (determinación de punto final)</i>	74
VI.4.4. <i>Clasificación anticipada (formación de lotes de punta y cola)</i>	75
VI.5. Conclusiones.....	75
Efectividad.....	84
Wilson, D. E. and R. L. Willham. 1998. Interin expected progeny difference for young	
VI.6. Consideraciones finales	89

Capítulo 1. CONCEPTOS GENERALES DE LA ULTRASONOGRAFÍA

I. APLICACIONES DE LA ULTRASONOGRAFÍA EN LA PRODUCCION ANIMAL: CONCEPTOS GENERALES

I.1. Introducción

La principal meta de la industria cárnica en Uruguay, en este nuevo siglo, es la de satisfacer la demanda de los consumidores en los diferentes mercados cárnicos, siendo ésta cada día más competitiva. Mientras que la mayoría de las industrias producen un producto para un mercado, la industria de la carne ha producido generalmente un producto y ha tratado de encontrar un mercado para dicho producto. Es imperante que la industria cárnica pase de producir un *commodity* a ser una industria orientada y dirigida por las preferencias del consumidor.

El éxito y supervivencia de esta industria radicará en que los productores puedan satisfacer estas preferencias incorporando genética y nuevas prácticas de alimentación para una comercialización más efectiva de sus productos. La predicción confiable de la composición del animal vivo y de su canal es crítica para todos los segmentos de la cadena cárnica en la búsqueda de los objetivos enumerados.

El beneficio de la correcta estimación de dicha composición corporal a nivel del productor se refleja en un mayor conocimiento del ganado, más allá del peso vivo o de faena, clasificando los animales en diferentes lotes de similar composición, permitiendo un uso más eficiente de la alimentación de los mismos y definiendo cual es el mercado más conveniente para su producto. Al nivel de los frigoríficos las ventajas radican en poder comprar productos que se ajusten a las demandas de sus compradores y que den un mayor rendimiento carnicero, no trasladando costos extras, como por ejemplo el exceso de grasa, a otros sectores de la cadena.

Para que estas modificaciones en los distintos segmentos de la cadena cárnica prosperen, es necesario contar con un sistema de pago por premios o incentivos (diferenciación monetaria) que remunere el mérito individual del animal y su canal, permitiendo al productor emprender los cambios pertinentes (desde la selección de los animales genéticamente superiores, pasando por el ajuste de los programas de alimentación acorde a la composición de los animales como a los mercados que se desee acceder).

En la medida que la industria de la carne se mueva hacia estos conceptos, será imperante el uso de tecnologías o metodologías objetivas para la correcta estimación de la composición del animal.

Una de estas tecnologías es la ultrasonografía, la cual ha sido ampliamente utilizada en el área de selección genética, obteniendo información relevante para el desarrollo de los índices para las diferencias esperadas de la progenie (DEP) en área del ojo del bife,

grasa subcutánea y grado de marmoreo. Pero a la vez presenta un gran potencial para clasificar ganado en grupos de composición similar, siguiendo la evolución de aquellas características durante el período de alimentación y para estimar el valor de las distintas canales.

I.2. Descripción de la técnica del ultrasonido

Se han desarrollado diferentes métodos para la estimación de la composición del cuerpo y de la canal. Existen métodos directos (análisis químico de la canal, *in vitro*), indirectos (tomografía computarizada, resonancia magnética) y doblemente indirectos (ultrasonografía y absorción infraroja). Los métodos doblemente indirectos están basados en relaciones estadísticas entre parámetros medidos en el cuerpo y la información obtenida por la metodología en estudio.

La ultrasonografía ha sido utilizada en la industria cárnica como un medio para determinar y conocer aspectos de la composición del cuerpo animal desde 1950. Es una técnica no destructiva y permite la cuantificación de tejidos musculares y grasos en el animal vivo. Las ventajas de esta técnica radican en el relativo bajo costo, fácil uso y seguridad en el potencial para estimar características de las canales (rendimiento y calidad).

La energía ultrasónica es mecánica. Dicha energía vibracional en forma de ondas, posee una frecuencia mayor a 20 kHz (por encima del sonido audible humano). La mayoría de las medidas de los tejidos están comprendidas en el rango de frecuencias de 1 a 5 MHz.

Las pulsaciones eléctricas de ultrasonografía son producidas en un transductor por las vibraciones de cristales con presión eléctrica. Estas pulsaciones son propagadas como ondas, las cuales gradualmente pierden energía por absorción (disipándose como calor) y por reflexión parcial. Las mismas son transmitidas a través de un tejido hasta alcanzar una interfase, como es por ejemplo, la diferencia de densidad entre el tejido muscular y el graso. Algunas de estas ondas de sonido penetran el tejido, mientras que otras son reflejadas hacia el transductor, generando energía mecánica al deformar los cristales. Dicha energía es convertida en energía eléctrica y proyectada en diferentes formas.

Existen tres modos de proyección: a) Modo de amplitud (A-modo), donde la imagen proyectada es de una dimensión; b) Modo de brillo (B-modo), de dos dimensiones y c) Modo de movimiento, también de una dimensión.

La primera (A-modo) ha sido utilizada, inicialmente, en la determinación de grasa subcutánea y profundidad de músculo en animales vivos. Este sistema no puede ser utilizado para medir área del ojo del bife. El modo de brillo (B-modo) permite optimizar la resolución de profundidad. La ultrasonografía de tiempo real es una versión del B-modo, donde se crea una imagen viva e instantánea, siendo actualmente el modo más aceptado para uso en el ganado. La interpretación precisa de esta imagen en un animal vivo por el responsable de la medición dependerá de su conocimiento de anatomía, del lugar correcto de medición y de la comprensión de lo que representa la imagen obtenida.

El uso adecuado de la ultrasonografía genera información sobre la composición del animal vivo, pudiéndose ser usada para: a) estimar características de la canal en animales para faena, b) determinar puntos de faena ideales, c) identificar sistemas de

manejo y alimentación apropiados para las características de cada animal o grupo de animales, d) seleccionar animales genéticamente superiores.

Los trabajos de investigación referentes al uso de la ultrasonografía para estimar características de la canal muestran que la misma tiene alta precisión para la predicción de grasa subcutánea, baja a alta precisión para estimar área del ojo del bife y es baja a moderadamente precisa para grado de marmoreo. (Cuadro 1)

Cuadro 1: Rango de los coeficientes de correlación para características de la canal

Características de la canal	Rango de coef. De correlación
Grasa subcutánea	0.74 a 0.94
Área ojo del bife	0.20 a 0.95
Marmoreo	0.22 a 0.75

Fuente: Busboom et al., 1997

El coeficiente de correlación es un indicador del grado de relación entre dos variables, en esta situación entre la medida tomada con ultrasonografía y la medición en la canal posfaena. El coeficiente de correlación va de -1 a 1 . Si éste es mayor que 0 , existe una relación lineal y positiva entre las variables, en cambio si es menor que 0 , la relación es lineal y negativa. Una exacta predicción de las características de la canal usando mediciones por ultrasonografía es obtenida cuando los coeficientes de correlación están cercanos a 1 .

I.3. Errores en la evaluación del ganado con la técnica del ultrasonido

Exactitud y repetibilidad son dos conceptos importantes a tener en cuenta, cuando se evalúa el éxito de la aplicación de esta tecnología. Cochran y Cox (1957) definieron exactitud como lo más cerca que una medición se aproxima a su valor real y precisión como la repetibilidad de las mediciones. Se entiende por repetibilidad a la correlación entre medidas repetidas en un mismo animal. Esta correlación puede ser evaluada entre mediciones repetidas en un mismo animal entre técnicos o entre mediciones repetidas en un mismo animal por técnico.

La exactitud y repetibilidad son altamente dependientes del técnico responsable de la medición y del nivel de experiencia que éste posee. Por lo tanto, las mediciones de ultrasonografía pueden ser consideradas fuentes de información confiables para la determinación de características de la canal, si el técnico posee la suficiente capacidad y experiencia para registrarlas correctamente.

Las principales deficiencias en la exactitud y repetibilidad de las mediciones están relacionadas a: a) variación en los animales, b) cambios al nivel de los tejidos (músculo y grasa) después de la faena, c) la correcta interpretación de las imágenes, d) conocimiento en el manejo del equipo y en la toma de las mediciones, e) nivel de entrenamiento y experiencia del técnico y f) exactitud de los equipos y software.

Para realizar un buen uso de esta tecnología, es necesario contar con técnicos competentes y que además, posean la certificación correspondiente otorgada por asociaciones de técnicos en ultrasonografía para uso animal. Es necesario contar con considerable capacidad y práctica para registrar mediciones ultrasonográficas con exactitud y asegurar el éxito de esta tecnología. Para ello es imperante la implementación de un esquema de certificación que permita la capacitación de técnicos particulares y de personal vinculado a la investigación.

I.4. Descripción de las principales medidas ultrasonográficas en producción animal

I.4.1. Área del ojo del bife

El área del ojo del bife es el área correspondiente al músculo *longissimus dorsi* a nivel del espacio intercostal entre la 10-11^a o 12-13^a costilla, dependiendo del tipo de corte y de la evaluación realizada por los tipificadores en cada planta frigorífica.

Dicha variable ha sido incluida en la mayoría de los trabajos de investigación de USA, debido a que es un componente de la ecuación de rendimiento utilizada por el USDA en la clasificación y tipificación de canales. Aunque la literatura menciona rangos de correlación desde 0,22 a 0,95, las correlaciones entre la medición con ultrasonido y el área medida en la canal del músculo *longissimus dorsi* son raramente inferiores a 0,5. La mayoría de los estudios muestran correlaciones estadísticamente significativas entre 0,6 y 0,8 (Smith et al., 1992; Hamlin et al., 1995; Trenkle, 1998).

Las variaciones mencionadas pueden estar comprendidas en: el método de determinación, la impropia ubicación del transductor, la inadecuada interpretación de las imágenes, las diferencias en el lugar de medición por ultrasonido y en la canal (12-13^a vs 10-11^a costilla), cambios en la configuración del músculo durante su procesamiento y desarrollo del rigor mortis, y en las diferencias de configuración entre el animal en pie y la canal colgada.

Smith et al., (1992) concluyó que el área del ojo del bife es generalmente sobre estimado en canales con áreas menores a 71 cm² y es subestimado para áreas mayores a 84 cm².

Al considerar la predicción de cortes carniceros y recortes de grasa en ganado vacuno, Williams et al. (1997) y Hassen et al. (1998) encontraron que la medición por ultrasonido del área del ojo del bife estuvo positivamente correlacionada con el peso de los cortes minoristas. Herring et al. (1994), por su parte, reportaron que esta medición no mejoró las ecuaciones de predicción para rendimiento carnicero, después que las variables peso de la carcasa y espesor de grasa subcutánea medida con ultrasonografía fueron consideradas en la estimación.

Sin embargo, el área del ojo del bife podría explicar la variación existente en rendimiento carnicero entre diferentes grupos raciales e incluso entre canales con poca variabilidad en espesor de grasa subcutánea.

I.4.2. Espesor de grasa subcutánea

El espesor de grasa subcutánea es la profundidad del tejido graso sobre el área del ojo del bife (*longissimus dorsi*) a la 10^a o 12^a costilla. La misma consiste de una simple medición registrada a una distancia equivalente a los $\frac{3}{4}$ de longitud de este músculo desde la espina dorsal. Este punto se corresponde con la evaluación de esta variable en la canal, tal como es considerada en determinados sistemas de tipificación (ej: USA). El desarrollo de imágenes de dos dimensiones permite una rápida estimación de esta variable.

Para las condiciones de USA, el espesor de grasa subcutánea explica el 70% de la variación en rendimiento de las canales. Las tasas de crecimiento varían con los diferentes tipos biológicos y líneas genéticas, lo que determina la utilidad de esta variable para predecir rendimiento carnicero. Los resultados obtenidos por la investigación indican que la ultrasonografía es suficientemente sensible para detectar los cambios en el espesor de grasa en el tiempo en el animal vivo. Sin embargo, algunos errores pueden presentarse al relacionar la medición en vivo y la correspondiente en la canal.

Estos errores pueden estar relacionados con la postura del animal, con la elección del sitio a medir, con la equivocada interpretación de las capas de tejido conectivo que normalmente se forman entre el tejido graso para dar soporte y rigidez (este error incrementa con la gordura del animal) y con la remoción mecánica del cuero (parches de grasa quedan en él).

Numerosas publicaciones (Hassen et al., 1999; Hamlin et al, 1995; Faulkner et al., 1990) utilizando sistemas de alimentación a corral y con una enorme variación en el tipo de animal a engorde, concuerdan que el espesor de grasa subcutánea a nivel de la 12^a costilla es el indicador más exacto en la predicción de la composición de la canal, del porcentaje de producto minoristas (cortes) y del porcentaje de desgrasado.

En ensayos realizados en Uruguay por de Mattos y De los Campos (2000), esta variable presentó muy poco aporte en la predicción de cortes especiales para Inglaterra, siendo peso vivo la principal variable. Esto puede ser explicado por el tipo racial utilizado (Hereford), el cual fue más homogéneo al compararlo con el utilizado en la mayoría de los trabajos americanos (cruzas británicas y británica por continental) y por el sistema de alimentación, principalmente en base a pasturas.

1.4.3. Grasa intramuscular (marmoreo)

La importancia de esta variable radica en la posibilidad de obtener un producto final de mayor calidad, mejorando la palatabilidad, ternura y sabor de la carne satisfaciendo de esa forma la demanda de los consumidores

Las imágenes de ultrasonido para estimar el porcentaje de grasa intramuscular son tomadas longitudinalmente a través de la 11-13^a costilla del animal. La distribución de la grasa intramuscular es más concentrada alrededor de las áreas de mayor actividad vascular en el músculo *longissimus dorsi* (bife angosto).

La predicción de esta variable en el animal vivo supera a la realizada en la canal, ya que la pérdida de sangre en los capilares y la falta de oxígeno en el animal faenado reducen el efecto de dispersión de las ondas ultrasónicas.

La cantidad de grasa intramuscular depende principalmente del factor genético, aunque otras variables como la nutrición, el estrés y el número de días en engorde juegan un rol importante.

Hassen et al. (1999) concluyó que esta característica, en general, no es tan repetible como el espesor de grasa subcutánea medido por ultrasonografía. Por lo que mediciones repetidas en un mismo animal podrían mejorar la precisión de la predicción.

I.4.4. P 8 (grasa subcutánea a nivel del cuadril)

Esta medición es realizada en la intersección de los músculos *gluteus medius* (cuadril) y *biceps femoris* en la región de la cadera, paralelo a la columna vertebral. Como se mencionó, en párrafos anteriores, el espesor de grasa subcutánea es la variable más exacta para predecir composición de la canal, pero otras medidas del tejido graso en diferentes sitios del animal han mostrado utilidad para este objetivo (Hassen et al., 1999; Williams et al., 1997). P8 es una medida alternativa de la grasa externa, la cual ayuda a predecir puntos finales de composición corporal, tales como el porcentaje de cortes minoristas.

Para nuestras condiciones, P8 fue la segunda variable en importancia, después del peso vivo, en explicar la variación existente en la predicción de determinados cortes con destino al Reino Unido (de Mattos y De los Campos, com. pers. 2000).

I.5. Uso de la ultrasonografía para estimar DEP (diferencias esperadas en la progenie) para características de la canal

Las DEP para características de las canales son estimaciones de los méritos genéticos de un animal para esas características, las cuales son medidas por ultrasonografía a los 15 meses de edad. Obviamente, no existe un interés directo en conocer los datos de la canal de los padres en estudio, sino que el mismo radica en conocer la información de la canal de los novillos de la progenie. Hay una fuerte correlación entre las mediciones con ultrasonido en los padres y los datos obtenidos de las canales de sus progenies.

Antes de poder establecer mejoras en las características de las canales, debemos considerar el mérito genético del rodeo para estas características. Es necesario por lo tanto establecer un seguimiento de los animales desde su nacimiento hasta la faena. Los animales deberán pertenecer a un mismo grupo contemporáneo, definido éste como animales provenientes de un mismo rodeo, de la misma raza, edad y sexo, recibir un alimentación y práctica de manejo semejante y ser faenados en condiciones similares y a la misma edad o punto final de faena (peso o grado de terminación).

Al medir el mérito de la canal, debemos considerar aquellas características que afectan el valor real de la misma:

Edad del animal. La misma puede ser determinada por dentición, por el grado de osificación de las vértebras y costillas y por el color del hueso y de la carne.

Rendimiento carnicero. Es la clasificación de las canales por sus cortes y respectivos pesos (lomo, costilla, nalga y paleta). Los parámetros considerados para su determinación son: peso de la canal caliente; espesor de grasa subcutánea (a nivel de la 10-11^a ó 12-13^a costilla según el tipo de corte realizado); y área del ojo del bife (en el mismo lugar de la canal en el que se hace la medición anterior).

Calidad de la canal. Esta es determinada por edad y grado de marmoreo.

La mayoría de estas características son expresadas en los animales como resultado de dos factores: genéticos y ambientales. En el cuadro 2, se presentan las relaciones genéticas y fenotípicas entre características de la canal, así como su heredabilidad estimada.

Cuadro 2: Heredabilidades y correlaciones para características de la canal

Características de la canal	PC	AOB	GS	M	%PM
Peso canal (PC)	0.33	<i>0.49</i>	<i>0.23</i>	<i>-0.04</i>	<i>-0.21</i>
Área ojo bife (AOB)	0.40	0.28	<i>-0.12</i>	<i>-0.03</i>	<i>0.52</i>
Grasa subcutánea (GS)	0.25	-0.10	0.27	<i>0.15</i>	<i>-0.85</i>
Grado de marmoreo (M)	0.10	-0.09	-0.05	0.39	<i>0.01</i>
% Producto minorista (%PM)	-0.27	0.53	-0.80	-0.16	0.25

Fuente: Wilson, D. in "Real-time ultrasonic evaluation of beef cattle". (Iowa State University, 1994)

Nota: Heredabilidades en diagonal y negritas

Correlaciones genéticas: arriba de la diagonal y en itálica

Correlaciones fenotípicas: abajo de la diagonal

%Producto minorista: % de cortes carniceros desgrasados con destino a venta en supermercados

Del cuadro anterior se puede concluir que las mencionadas características son moderada a altamente heredables, lo cual permitiría obtener un rápido progreso genético a través de una adecuada selección de los padres.

Un dato importante a resaltar de las correlaciones genéticas, es la viabilidad de incrementar el área del ojo del bife y el grado de marmoreo y simultáneamente reducir el espesor de grasa subcutánea con la aplicación de una apropiada práctica de selección.

Es pertinente, en este punto, entender y definir las DEP para dichas características de las canales.

DEP para peso de la canal: es la diferencia en peso de la canal caliente para el promedio de la progenie de los padres a 450 días de edad. Se expresa en kilogramos. Al igual que en otros DEP (peso al nacer, peso al destete, etc) el valor absoluto no es tan importante como las diferencias entre padres.

DEP para área del ojo del bife: es la diferencia en área del ojo del bife para el promedio de la progenie de los padres a 450 días de edad. La misma puede ser tomada entre la 10-11^a o 12-13^a costilla y es medida en cm². El área del ojo del bife, a peso constante, explica en forma importante parte de la variación observada en el porcentaje de los cortes, existiendo una alta correlación genética entre área del ojo del bife y el porcentaje de producto minorista (ver cuadro 2). Una especial consideración debería ser tomada en cuenta si se usara la relación área del ojo del bife/ peso de la canal, pudiéndose constatar cambios en el tamaño a la madurez.

DEP para espesor de grasa subcutánea: es la diferencia en espesor de grasa subcutánea para el promedio de la progenie de los padres a 450 días de edad. Es medida sobre la 10^a o 12^a costilla, midiéndose en cm. El espesor de grasa subcutánea presenta una relación genética negativa con el porcentaje de producto minorista.

DEP para grado de marmoreo: es la diferencia en grado de marmoreo (% de grasa intramuscular) para el promedio de la progenie de los padres a 450 días de edad. Es medida en el área del ojo del bife y es una característica altamente heredable.

Al usar las DEP para la canal, no se deberían ignorar los índices para las características de crecimiento y eficiencia reproductiva. La selección por características múltiples es la forma más apropiada para hacer selección, particularmente para características de la canal. Desde el punto de vista práctico por ejemplo, DEP mayores para espesor de grasa subcutánea podrían ser beneficiosos para la eficiencia reproductiva, no así para área del ojo del bife.

I.6. Aplicaciones prácticas de la ultrasonografía en animales en engorde

Existe una importante variación en la composición de los animales dentro de un grupo destinado a engorde, la cual disminuye las oportunidades de una alimentación eficiente y de una adecuada estrategia de venta. Tradicionalmente los animales dentro del grupo (corral en caso de productores de feedlot) son comercializados en una misma fecha. Si estos animales fueran más uniformes, podrían ser alimentados acorde a sus requerimientos evitando tener animales sobre o sub alimentados. La sobrealimentación representa una pérdida tanto en los costos de alimentación, como en la pérdida de rentabilidad por perder el momento óptimo de embarque aumentando los costos posfaena debido al exceso de grasa. Esto último generalmente es penalizado en escenarios donde se considera el mérito individual de la canal. Los novillos al incrementar su grado de gordura se tornan ineficientes en la conversión de los alimentos, reduciendo el consumo de materia seca disminuyendo su performance al pasar de una fase de crecimiento a otra de deposición de grasa exclusivamente. Animales sub-alimentados poseen un potencial adicional de ganancia, bajos rendimiento en segunda balanza y grado no deseable en la calidad de su canal.

La clasificación y el agrupamiento de estos animales en grupos de similar composición basado en las características de su canal y los días óptimos de alimentación podría ser la vía para incrementar la eficiencia y la calidad del producto logrando un mayor rentabilidad del sistema de producción. La estimación de la composición y predicción de las características de las canales es importante al arribo de los animales al predio, durante el

período de engorde y próximo al momento de faena, como también poder predecir el número de días de alimentación requerido por cada grupo para alcanzar un punto composicional de faena prefijado según las condiciones de comercialización o el tipo de mercado seleccionado.

Las mediciones en animales vivos de espesor de grasa subcutánea, área del ojo del bife a nivel de la 12^a costilla y porcentaje de grasa intramuscular (grado de marmoreo) mediante el uso de ultrasonografía de tiempo real, permite realizar la evaluación mencionada y la predicción de los méritos futuros de las canales.

Esta tecnología complementada con las apreciaciones corporales visuales (músculo y grasa) realizada por gente capacitada, el peso vivo y la altura del anca, permitirá incrementar la eficacia de la práctica de agrupamiento de los animales previo y durante el proceso de terminación.

Estudios previos (Harada et al, 1985) revelan una alta correlación entre las mediciones de ultrasonografía tomadas a los 12 meses de edad, con las correspondientes realizadas a los 16 y 22 meses de edad. La misma conclusión fue alcanzada por Hassen et al (1998). Este autor considera que las mediciones de ultrasonografía a tiempo real a los 365 días de edad puede ser utilizadas para el manejo propuesto en animales de engorde.

Considerando este tipo de animales de un año de edad, la fase de engorde se caracteriza por un rápido crecimiento de los tejidos musculares y grasos, lo cual se detecta con las mediciones del área del ojo del bife y del espesor de grasa subcutánea, respectivamente. Esto es de suma importancia cuando se busca clasificar los animales considerando la parte cuantitativa de rendimiento de la canal.

Es importante remarcar y tener en consideración, en este punto, las diferencias de crecimiento existente entre los distintos tipos raciales, que van a estar afectando el rendimiento carnicero (las razas británicas son más precoces que las continentales y cebuinas).

Numerosos trabajos de investigación en USA en novillos a feedlot, avalan estos conceptos, donde la principal variable a considerar para la clasificación de grupos de similar composición, es espesor de grasa subcutánea medida por ultrasonografía. Otras variables, como peso vivo, altura del anca y área del ojo del bife, se suman a la anterior para mejorar la eficiencia de esta práctica. Para nuestras condiciones de engorde, principalmente en base a pasturas, el peso vivo sería la principal variable a considerar inicialmente, cuando se trata de predecir rendimiento carnicero (de Mattos y De los Campos, com. per. 2000).

Desde el punto de vista de la calidad de la canal, no sucedería lo mismo con la evolución del porcentaje de grasa intramuscular que si bien este incrementa con los días de alimentación, estaría dependiendo más del factor genético que del manejo.

El beneficio económico asociado con la práctica de clasificación varía con el tipo de ganado, el costo de la medición de ultrasonografía y del sistema de comercialización en

base a premios y castigos, en caso de existir. Aunque esta evaluación puede estar afectada por la fecha de embarque y las variaciones de precios de compra entre frigoríficos.

Busboom et al. (1997), en novillos de feedlot y en condiciones de comercialización para USA, clasificando los animales por espesor de grasa (medida por ultrasonido) junto a otras variables de crecimiento, detectaron un incremento de las ganancias de U\$S 20 por animal sobre el sistema de clasificación visual.

Cuando el objetivo es obtener la estimación más exacta de la composición de la canal, las mediciones realizadas al final del período de engorde (2 o 3 días previo a la faena) muestran los mayores coeficientes de correlación. Sin embargo, existen ciertas desventajas en la toma de registros por ultrasonografía previo a la faena, tales como el estrés adicional en los animales, el incremento en la incidencia de machucamiento, las reducciones en la ganancia de peso, los costos de labor extras.

ETAPA ESTADOS UNIDOS

II. EXACTITUD EN LA PREDICCIÓN DEL ÁREA DEL OJO DEL BIFE Y ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA EN LA CANAL DE NOVILLOS A FEEDLOT USANDO MEDICIONES SERIADAS DE ULTRASONIDO

II.1. Introducción

La industria cárnica en el mundo deberá ser más competitiva para reconquistar parte del mercado que hoy ostenta la industria avícola y porcina y al mismo tiempo satisfacer la demanda de los consumidores. Para nuestra situación, a su vez es importante no sólo mantener los mercados tradicionales, sino que además captar nuevas oportunidades. En la medida que se empiece a caminar en esta dirección tratando de alcanzar estos objetivos, la exactitud de las mediciones en el animal vivo para predecir el mérito individual de cada canal se torna en una necesidad imperante. El uso de tecnologías como la ultrasonografía constituye una herramienta para estimar con exactitud las características de la canal en el animal vivo y clasificar animales a faena en grupos de similar composición. Trabajos de investigación previos demostraron el potencial de la ultrasonografía para agrupar novillos para engorde por espesor de grasa subcutánea junto con otras variables como peso vivo y altura del anca. (Trenkle, 1998; Houghton, 1990).

Las mediciones seriadas por ultrasonografía permitirá avanzar en la valoración individual de la canal, atendiendo especificaciones de mercados sobreponiéndose al pago tradicional por promedio del grupo. El éxito de los productores ante estos mercados dependerá del conocimiento y la uniformidad de sus productos.

El objetivo de éste estudio fue evaluar las mediciones seriadas por ultrasonografía de grasa y músculo durante el período de alimentación para la predicción del espesor de grasa subcutánea, del área del ojo del bife y del grado de marmoreo en novillos de sobreañeo.

II.2. Materiales y Métodos

En este experimento fueron utilizados 43 novillos Hereford y cruce Hereford, de parentesco conocido, con 15 meses de edad. Estos novillos estuvieron en campo natural mejorado por un período aproximado de 10 meses, posterior a su destete y previo al período de engorde. En junio de 1997 fueron enviados a las facilidades de feedlot que dispone la Universidad de Georgia en su Unidad Experimental para vacunos "Whitehall" (Athens, Georgia). El período de engorde fue de 84 días y el alimento suministrado en ese período consistió de 78% de grano de maíz y 15% de semilla de algodón. Los novillos fueron asignados al azar en dos corrales (22 y 21 novillos en cada uno) techados y con libre acceso al agua. El ganado fue pesado individualmente en las primeras horas del día, antes de su alimentación, al comenzar el estudio, cada 14 días y previo a su embarque. Junto con los registros de peso vivo (PV) se midió altura del anca (AA) y se tomaron imágenes por ultrasonografía de área del ojo del bife (UAOB), espesor de grasa

subcutánea (UGS) y porcentaje de grasa intramuscular (UMAR). Un técnico certificado por la Beef Improvement Federation (BIF) fue el responsable de los registros por ultrasonido. La última medición ultrasonográfica fue realizada dos a tres días antes de la faena, usando dos días diferentes para cada corral. El equipo de ultrasonografía era marca Aloka 500V con diagnóstico de tiempo real (Corometrics Medical Systems, Wallingford, CT) contando con un transductor de 172 mm de largo y 3,5 MHz. Con la finalidad de optimizar la calidad de la imagen, el sitio a medir en el animal fue afeitado, cepillado (para eliminar suciedades) y aceitado con aceite de origen vegetal, usándose una guía de material blando para facilitar el contacto entre el transductor y las superficies curvas del animal.

El sitio para la toma de imágenes de UAOB, UGS y UMAR, fue determinado por palpación entre la 12-13^a costilla en el lado derecho del animal. El traductor fue ubicado en dicho espacio intercostal, siguiendo el contorno de las costillas, para el registro de las dos primeras variables. La imagen para UMAR fue realizada paralelo a la espina dorsal, considerando la sección longitudinal del músculo *longissimus dorsi* desde la 11^a a la 13^a costilla.

Las imágenes fueron almacenadas en un ordenador para su posterior interpretación por parte del mismo técnico. La medición lineal de UGS fue realizada a $\frac{3}{4}$ de distancia desde la vértebra a nivel del *longissimus dorsi*. La medición correspondiente a UAOB incluyó sólo el mencionado músculo.

Al finalizar el período de engorde, los novillos fueron enviados a un frigorífico comercial, depositados en los corrales de espera por una noche y faenados al otro día con técnicas que tienen en cuenta el bienestar animal. Las canales fueron pesadas inmediatamente después de la faena, enfriadas a 4 °C por 48 hs y clasificadas y tipificadas por personal entrenado de USDA. Se midió peso de la canal caliente, espesor de grasa subcutánea en la 12^a costilla, área del ojo del bife, porcentaje de grasa arriñonada, pélvica y del corazón, madurez, grado de marmoreo, color, textura y firmeza). Para el cálculo del área del ojo del bife, se trazó la misma en acetato y se midió posteriormente con un planímetro Sigma Scan™ (Jandel Scientific, Corte Madera, Ca).

El corte correspondiente a la 12-13^a costilla fue envasado al vacío y enviado fresco al Laboratorio de Carne de la Universidad de Georgia. Un bife de 1,27 cm de espesor fue removido de cada sección, recortando grasa subcutánea, tejido conectivo y músculos periféricos, de forma de aislar el músculo *longissimus dorsi*. El bife resultante fue envasado al vacío y congelado para posterior análisis químico. El contenido en lípidos fue utilizado para determinar el porcentaje de grasa intramuscular, ya que el software para el equipo ultrasonográfico fue desarrollado para predecir grasa intramuscular y no grado de marmoreo. Se analizó en forma triplicada considerándose como aceptable un error del 5% entre las repeticiones.

Para los análisis químicos, las muestras fueron previamente descongeladas, picadas y homogeneizadas en un procesador de alimentos (Robot Coupe).

II.2.1. Extracción de lípidos

El contenido de lípidos en los bifes fue determinado utilizando el método de extracción con cloroformo y metanol (una modificación de los procedimientos de Folch et al., 1957). Después de haber descongelado las muestras, se pesaron 2,5 gr. de carne picada para cada uno de los tres tubos cónicos de 50 ml, en los cuales se realizó la centrifugación. Los tejidos fueron homogeneizados en una solución de cloroformo y metanol (en relación 1:2) con el uso de un homogeneizador (PRO 250, PRO Scientific Inc, Monroe, CT). Las muestras homogeneizadas se mantuvieron a temperatura ambiental por 1 hora para permitir la extracción de lípidos. Posteriormente 5 ml de cloroformo y 5 ml de KCl se agregaron a cada tubo. Los tubos fueron agitados y centrifugados por un tiempo de 10 min a 0 °C y a 829 g.

El resultado de este proceso, es un sistema bifásico, donde la fase superior contiene sustancias no lipídicas, mientras que la inferior posee esencialmente todos los lípidos. La parte superior fue aspirada cuidadosamente, evitando romper el pellet formado. Éste es vertido en una bandeja de papel de aluminio previamente pesada, las cuales habían sido secadas en un horno a 90 °C por un período de 12 hs. Para facilitar la evaporación del cloroformo y del metanol, las bandejas son depositadas en una campana por una noche y secadas, posteriormente, en un horno a 90 °C por 15 min y en un desecador por 5 min.

El cálculo del porcentaje lipídico fue determinado usando la ecuación:
(Peso de la bandeja seca con lípidos – Peso de la bandeja seca)/ peso de la muestra *100

II.2.2. Análisis estadístico

Se estimaron las correlaciones Pearson entre las mediciones seriadas de ultrasonografía en el animal vivo y sus respectivas características en la canal. Además se desarrollaron ecuaciones de regresión para predecir las características de la canal utilizando el procedimiento Stepwise, considerando las mediciones en el animal vivo como variables independientes. Las ecuaciones de regresión para las mediciones individuales fueron calculadas usando las variables independientes medidas durante todo el período de alimentación, en las primeras seis secciones de ultrasonografía y en cada sección individual.

Estas variables independientes debían ser significativas ($P < 0,10$) para permanecer en el modelo de regresión.

Para estudiar el comportamiento de las variables independientes, diferentes modelos de función lineal, exponencial y potencial fueron comparados utilizando planilla Excel.

II.3. Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se presentan las abreviaciones asignadas a cada variable utilizada en éste estudio, mientras que en el Cuadro 2 se resumen las medias, desvíos estándar, mínimos y máximos de las principales características de las canales.

Cuadro 1.- Descripción de las siglas

Siglas	Definición
MAR	Marmoreo en la canal (300-399=insignificante; 400-499=poco)
GS	Grasa subcutánea en la canal (cm)
AOB	Area del ojo del bife (cm ²)
UAOB	Area del ojo del bife por ultrasonido (cm ²)
UGS	Espesor de grasa subcutánea en 12-13a costilla por ultrasonido (cm)
UMAR	Porcentaje de grasa intramuscular por ultrasonido (%)
UP8	Espesor de grasa subcutánea en cuadril por ultrasonido (cm)
UPBF	Profundidad del biceps femoris por ultrasonido(cm)
UPC	Profundidad del gluteus medius (cuadril) por ultrasonido (cm)
PV	Peso Vivo (kg)
AA	Altura del anca (cm)
Sesiones ultrasonido	1=1día;2=14días;3=28días;4=42días;5=56días;6=70días;7=82días

Cuadro 2.- Medias, Desvíos estándares y Mínimos y Máximos para características de la Canal

Variable	Medias	Des.Est.	Mínimos	Máximos
PCC	311.60	32.20	254.70	378.60
GS	1.27	0.33	0.83	2.00
MAR	391.69	48.88	305.00	517.50
AOB	76.38	8.12	54.93	93.50

II.3.1. Evolución de la composición del animal en el período de engorde medida a través de la ultrasonografía y mediciones en vivo

Uno de los objetivos del estudio fue documentar los cambios en las mediciones por ultrasonografía (UGS, UA OB, UMAR, UP8, UPBF, UPC), altura del anca y peso vivo durante el período intensivo de alimentación. La mayoría de las variables (UA OB, UGS, UP8, UPBF, UPC, AA y PV) presentaron una respuesta lineal significativa en el período engorde (Cuadro 3).

Cuadro 3.- Medias y desvíos estándares de las mediciones ultrasonográficas, altura del anca y peso vivo en las distintas sesiones

Días	1	14	28	42	56	70	82
UGS	0.64 (0.20)	0.66 (0.20)	0.84 (0.20)	0.92 (0.23)	1.04 (0.27)	1.18 (0.33)	1.28 (0.30)
UAOB	57.96 (7.61)	63.19 (7.22)	68.06 (8.77)	66.52 (7.67)	72.06 (7.61)	72.65 (13.09)	74.39 (7.29)
UMAR	3.26 (0.65)	2.97 (0.58)	3.16 (0.65)	3.08 (0.64)	3.14 (0.57)	3.20 (0.81)	3.21 (0.62)
UP8	0.84 (0.20)	0.94 (0.23)	1.14 (0.23)	1.21 (0.26)	1.29 (0.25)	1.45 (0.24)	1.46 (0.27)
UPBF	7.40 (0.75)	8.40 (0.83)	9.36 (0.64)	9.29 (0.71)	9.88 (0.84)	10.16 (0.88)	10.21 (0.69)
UPC	6.97 (0.62)	7.49 (0.64)	7.74 (0.58)	7.68 (0.56)	8.13 (0.71)	8.45 (0.68)	8.34 (0.69)
AA	125.60 (4.34)	126.40 (4.38)	127.68 (4.60)	127.75 (4.60)	128.35 (3.96)	129.56 (4.62)	130.15 (3.94)
PV	396.50 (62.43)	426.24 (49.08)	458.05 (44.43)	474.22 (46.47)	491.64 (48.29)	507.07 (50.04)	527.33 (49.94)

Al analizar la función matemática que mejor explica el incremento en UGS y UAOB, se encontró que los modelos lineales permitieron un mejor ajuste que las funciones a la potencia o exponenciales. Los coeficientes de determinación (R^2) para la primera variable fueron de 0,99, 0,94 y 0,90 para los modelos lineales, a la potencia y exponenciales respectivamente. Esto se muestra en la Figura 1, donde se observa que la respuesta de UGS es claramente lineal ($P < 0,05$) después de los primeros 14 días.

Para UAOB, los valores de R^2 obtenidos fueron de 0,91 para el modelo lineal, de 0,86 para los modelos a la potencia y de 0,90 para el exponencial. Aunque UAOB experimentó un incremento lineal en el período, su respuesta alcanzó un máximo a los 56 días, con poco cambio posterior (Figura 2).

Estas tendencias son concordantes con los resultados obtenidos por Delehant et al. (1997) quien usando mediciones seriadas de ultrasonografía cada 28 días encontró una respuesta lineal para UAOB y UGS en un período de alimentación de 174 días. En éste experimento se utilizaron también cruza británicas, pero a diferencia de las utilizadas en nuestro estudio, éstas tenían mayor altura del anca, mayor peso de la canal y menos grasa subcutánea.

Esta información demuestra que períodos de alimentación intensivos para engorde, en animales de sobreaño, permiten obtener un rápido crecimiento de los tejidos musculares y grasos. Esto es confirmado con el estudio de la evolución de las otras variables indicadoras del crecimiento muscular, como son UPC y UPBF y del tejido adiposo, como

es UP8. Las dos primeras mencionadas experimentaron una respuesta similar a la de UA0B, alcanzando una estabilización a los 56 días, mientras que UP8 presentó un crecimiento lineal ($P < 0,01$) hasta el día 70.

Utilizando técnicas seriadas de faena, May et al. (1992) encontraron que la grasa subcutánea y el área del ojo del bife en la canal incrementaron linealmente ($P < 0,01$) en un período de engorde de 196 días. Este autor reportó además una correlación de 0,94 entre grasa subcutánea en la canal y el número de días de alimentación.

Sin embargo al estudiar la evolución de UMAR, no se detectó respuesta alguna. Los R^2 para los distintos modelos matemáticos fueron 0,056, 0,058 y 0,05 (lineal, exponencial y a la potencia, respectivamente). La Figura 3 muestra la respuesta de UMAR en el tiempo. El descenso en los primeros 14 días podría ser explicado por su utilización como energía frente a situaciones de estrés ya que estos animales pasaron de condiciones de pastoreo a condiciones de confinamiento (feedlot). La grasa intramuscular es la primera fuente de energía ha ser utilizada por el animal ante estas circunstancias. Otros estudios, como Delehant et al. (1997), utilizando también mediciones seriadas de ultrasonografía, muestran incrementos lineales en el depósito de grasa intramuscular con los días de alimentación. Esto concuerda con la mayoría de la literatura que sostiene que la nutrición, junto con otros factores como el genético principalmente, juegan un rol importantísimo en la determinación del porcentaje de grasa intramuscular en la canal (Houghton y Turlington, 1992, Hassen et al., 1999). Sin embargo éste trabajo, como el realizado por Brethour (2000) muestran que existiría una muy baja tasa de deposición en los primeros 100 días de alimentación cuando los animales entran al feedlot con niveles bajos de grasa intramuscular (2,5-3%).

Tomando como referencia el trabajo ya mencionado de May et al. (1992), donde se utilizaron procedimientos de faena seriada, la grasa intramuscular presentó una respuesta cuadrática ($P < 0,05$) durante toda la prueba (196 días), siendo lineal en los primeros 112 días. Este autor explicó dicho comportamiento por el lado del potencial genético de los novillos cruza (Angus x Hereford) en depositar este tipo de grasa, el cual fue alcanzado a los 112 días. El exceso de alimentación tuvo un efecto negativo en el rendimiento carnicero de la canal (exceso de grasa subcutánea) sin mejorar significativamente la calidad. El coeficiente de correlación entre el porcentaje de grasa intramuscular y los días de alimentación fue de 0,80, en el estudio de referencia.

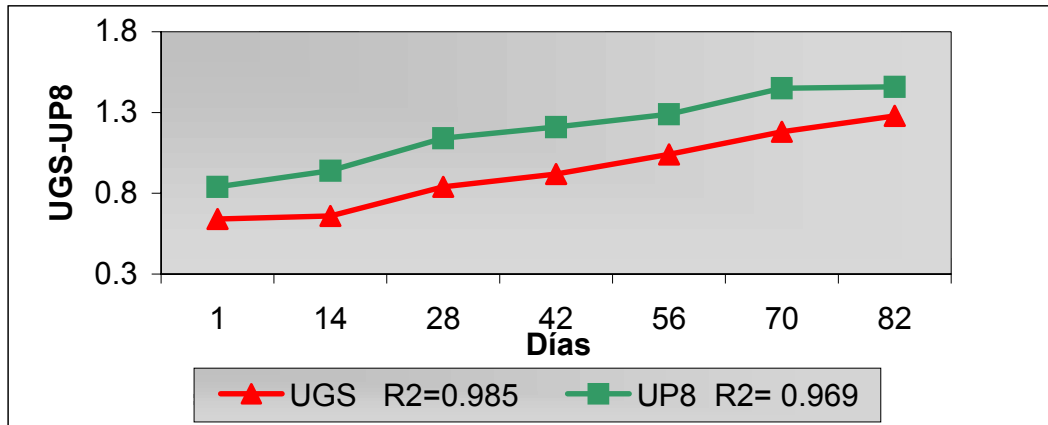


Figura 1.- Respuesta de UGS, UP8 a través de los días (R^2 corresponde a respuesta lineal)

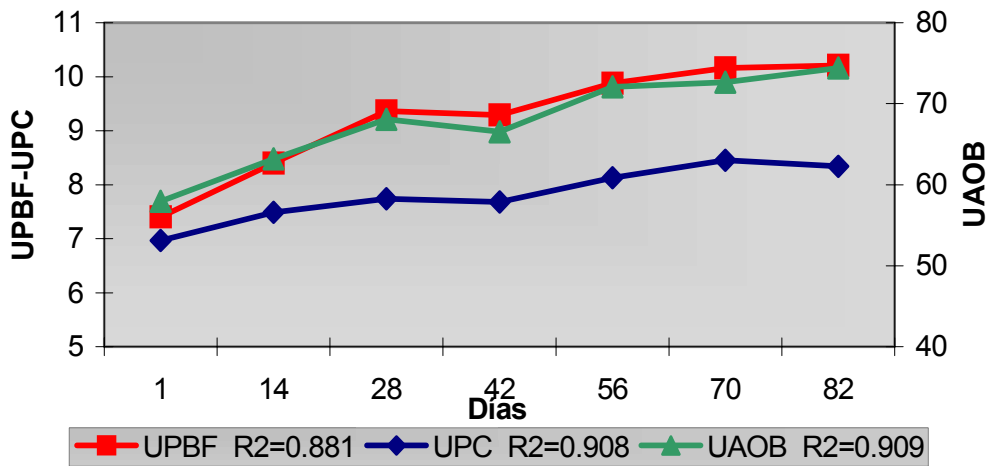


Figura 2.- Respuesta de UPBF, UPC y UAOB a través de los días (R^2 corresponde a respuesta lineal)

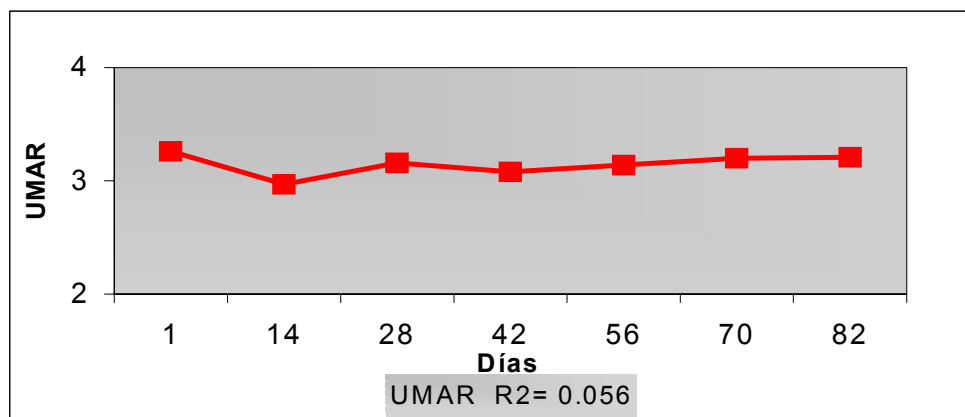


Figura 3.- Respuesta de UMR a través de los días (R^2 corresponde a respuesta lineal)

II.3.2. Análisis de la correlación entre mediciones en vivo por ultrasonografía y registros en la canal.

Los coeficientes de correlación obtenidos entre las mediciones seriadas por ultrasonografía en el animal vivo y las correspondientes en la canal son presentadas en el Cuadro 4. La correlación más significativa entre estas variables se registró en la medición más cercana a la faena. La correlación entre UGS y GS fue de 0,86, entre UAOB y AOB de 0,87 y entre UMR y MAR de 0,75, para las mediciones de ultrasonografía tomadas a los 82 días.

Cuadro 4 .- Coeficientes de correlación Pearson entre las mediciones Por ultrasonografía in vivo y las mediciones de la canal

	GS	AOB	MAR
UGS1	0.38*	0.02	0.31*
UGS2	0.73**	0.12	0.51**
UGS3	0.66**	0.04	0.50**
UGS4	0.70**	0.03	0.39*
UGS5	0.79**	0.09	0.43**
UGS6	0.79**	0.02	0.45**
UGS7	0.86**	0.01	0.36*
UAOB1	0.06	0.45**	0.12
UAOB2	0.19	0.60**	0.24
UAOB3	0.19	0.71**	0.23
UAOB4	0.16	0.72**	0.21
UAOB5	0.18	0.65**	0.32*
UAOB6	-0.03	0.35*	0.34*
UAOB7	0.14	0.87**	0.28
UMAR1	0.16	0.35*	0.38*
UMAR2	-0.10	-0.55**	0.21
UMAR3	-0.03	-0.28	0.27
UMAR4	0.23	-0.29	0.66**
UMAR5	0.22	0.16	0.73**
UMAR6	0.25	-0.06	0.65**
UMAR7	0.27	-0.25	0.75**
UP8 1	0.58**	0.16	0.59**
UP8 2	0.57**	0.22	0.59**
UP8 3	0.55**	0.18	0.60**
UP8 4	0.67**	0.08	0.40**
UP8 5	0.59**	0.09	0.45**
UP8 6	0.60**	0.22	0.46**
UP8 7	0.61**	-0.01	0.33**
UPBF1	0.33*	0.42**	0.10
UPBF2	0.07	0.51**	0.18
UPBF3	0.23	0.46**	0.17
UPBF4	0.32*	0.54**	0.21
UPBF5	0.37*	0.38*	0.39*
UPBF6	0.24	0.57**	0.11
UPBF7	0.32*	0.52**	0.33*
UPC1	0.39*	0.33*	0.31*
UPC2	0.24	0.39*	0.29
UPC3	0.16	0.39**	0.25
UPC4	0.11	0.26	0.07
UPC5	0.27	0.41**	0.28
UPC6	0.29	0.19	0.02
UPC7	0.28	0.48**	0.19

* Variable significativa(P<.05)

** Variable significativa(P<.01)

El uso de la correlación como medida de exactitud es a menudo criticada debido a su alta dependencia con la variación de la muestra, por lo que el uso de otros parámetros como la raíz del cuadrado medio del error (RCME) y el desvío estándar del error (DEE) fueron tenidos en cuenta como medidas adicionales. La primera es calculada como la diferencia en el cuadrado medio del error entre las mediciones en la canal y las tomadas en el animal vivo por ultrasonografía. El DEE es medido como las diferencias en el desvío estándar entre las mediciones por ultrasonografía a tiempo real y las correspondientes en la canal para un determinado técnico, mostrando la capacidad de éste para predecir las diferencias entre los animales correctamente.

Los valores de RCME y DEE fueron de 4,43 cm² y 4,01 cm² para AOB, respectivamente y de 0,17 cm para GS, en ambos parámetros. Estos valores de DEE comparados con los estándares establecidos por la certificación oficial de la BIF (Beef Improvement Federation) para los años 1993 y 1994, podrían ser considerados como altamente exactos.

El sesgo del técnico, el cual es el promedio de la desviación de las estimaciones del técnico responsable para las mediciones en la canal fue de 1,99 cm² para AOB y 0,025 para GS. Estas cifras están comprendidas dentro de los mínimos estándares para la obtención de la certificación en esos años.

Con esta información se puede concluir que las mediciones por ultrasonografía fueron tomadas con exactitud y fueron altamente predictivas de las respectivas características de la canal. Esto es concordante con otros estudios que demuestran que las mediciones por ultrasonografía tomadas previo a la faena (3 días previos) tienen un alto poder predictivo para estimar la composición de la canal (Herring et al., 1994, Williams et al., 1997).

Al estudiar la correlación que existió entre UGS y GS para las mediciones seriadas dentro del período de alimentación, ésta fue alta ($r \geq 0,66$) después de la medida inicial. La baja correlación obtenida al comienzo del experimento se puede explicar parcialmente a la baja condición corporal de los novillos en ese momento y a la dificultad de medir con exactitud niveles bajos de grasa subcutánea. Delehant et al., (1997) reportaron correlaciones menores entre las estimaciones por ultrasonido y la grasa en la canal que las obtenidas en éste experimento. El rango para aquel estudio oscila entre 0,33 y 0,59 para el 1^o. y 84^o día respectivamente. Esta diferencia podría estar dada por las diferencias en el espesor de grasa subcutánea inicial entre ambos estudios (0,28 cm para el estudio de Delehant et al., 1997 y 0,64 cm para nuestro experimento). La medición inicial es tomada en el momento que el ganado normalmente no tiene mucha grasa y por lo tanto no es fácil medir precisamente espesor de grasa subcutánea por ultrasonido y clasificar los animales en grupos de similar composición. La amplia variación en espesor de grasa subcutánea puede provenir de diferencias genéticas en la capacidad para depositarla, de diferencias en la condición corporal o de variaciones en el manejo pre y post destete.

El rango de correlaciones entre UA OB y AOB, para las mediciones en todo el período estuvo entre 0,35 y 0,87. Sin embargo, al igual que con UGS, altas correlaciones fueron obtenidas desde el inicio del feedlot. Correlaciones mayores a 0,70 se registraron tanto a

los 28 como a los 42 días de alimentación. Esto demuestra que tanto UAOB como UGS podrían ser utilizadas como variables para clasificar animales en grupos de similar rendimiento carnicero. Delehant et al. (1997) encontró correlaciones de 0,60, 0,62 y 0,61 entre UAOB y AOB para las mediciones al inicio, 28 y 56 días respectivamente.

Es importante mencionar en este punto, que se encontró cierta correlación entre UAOB y MAR en las mediciones a los 56 y 70 días. Esto también fue mencionado en el estudio con faenas seriadas (May et al., 1992), lo que puede ser explicado por un aumento simultáneo de tejido muscular y adiposo en novillos de rápido crecimiento.

Las correlaciones entre UMAR al inicio y MAR fue de $r=0,38$. Delehant et al. (1997) obtuvo similar coeficiente al relacionar estas dos variables ($r=0,40$). Harada et al. (1985) citado por Houghton y Turlington (1992) mencionaron que el marmoreo es un componente corporal móvil afectado por factores ambientales y por lo tanto es muy difícil de predecir al inicio del engorde. Las correlaciones entre UMAR y MAR mejoraron en el tiempo, siendo significativas ($P \leq 0,05$) a partir del día 42 hasta el final del ensayo. Considerando el estudio de Delehant et al. (1997) y comparándolo con el nuestro, las correlaciones en el primero, fueron más bajas (rango de $r=0,40$ a $0,23$ desde el 1° al 84° día, respectivamente).

La medición adicional de ultrasonografía para grasa subcutánea (UP8), presentó alta correlación con GS ($r=0,67$ al 42° día), mientras que UPC y UPBF, predictores de muscularidad tuvieron correlación significativa con AOB y PCC.

El peso vivo, tal como era de esperar, estuvo altamente correlacionado con el PCC ($r=0,74-0,96$) y moderadamente con AOB ($r=0,43-0,53$). La altura del anca estuvo altamente correlacionada con PCC ($r=0,54-0,66$). Esto permite pensar en el uso de variables como PV, AA, UGS y/o UAOB con el objetivo de clasificar los animales al inicio del período de engorde, regulando los días de alimentación necesarios para alcanzar el punto final establecido.

II.3.3. Análisis de Regresión

Los análisis de regresión se realizaron para tener una mejor comprensión de las relaciones entre las mediciones en vivo con ultrasonido y las características de la canal. Además tuvo la finalidad de evaluar la capacidad para predecir la composición de la canal con la información seriada recogida por ultrasonografía y de determinar cual fue el momento óptimo para su obtención.

Los modelos presentados a continuación incluyen las principales cuatro variables del modelo, siendo la variable independiente significativa al 10%. Por cada variable dependiente (GS, AOB y MAR) se elaboraron dos tablas del análisis de regresión. La primera tabla muestra las ecuaciones desarrolladas utilizando las mediciones por ultrasonografía, peso vivo y altura del anca en cada sesión como variables independientes, mientras que la segunda usa toda la información del período, donde se incluye o excluye la medición del último día. Dicha presentación ayuda a identificar el

mejor momento para la toma de datos y a su vez determina si el uso de mediciones múltiples mejora la predicción de las variables dependientes.

Las ecuaciones de regresión de mejor ajuste para GS son presentadas en el Cuadro 5. El mejor modelo se obtuvo con las mediciones tomadas a los 82 días ($R^2=0,77$), siendo UGS la variable responsable en explicar el 73% de la variación en la GS. El resto de los modelos presenta un comportamiento similar, con la excepción del correspondiente al día 1, donde UP8 fue la variable más importante.

En el Cuadro 6 se muestran los modelos para predecir GS considerando las múltiples mediciones. Los modelos que consideran todo el período (1 a 82 días) y desde el 1^{er} día hasta el 70^o tuvieron ambos un alto coeficiente de determinación ($R^2=0,86$) y la variable UGS medida en 14^o día explicó el 70% y 69% de la mencionada variación, respectivamente.

Las correlaciones entre las UGS a los 14, 28, 42, 56 y 70 días fueron altas, en el rango de 0,80 a 0,89 (datos no presentados).

Cuadro 5.- Ecuaciones de regresion para predecir espesor de grasa subcutanea en la canal utilizando mediciones por ultrasonografía, altura del anca y peso vivo

Variable Depend.	Coeficientes de regresión parciales						R ²
	Intercep.	UGS	UPBF	UP8	UAOB	PV	
GS							
1 día							
1	0.19			0.93**			0.39
2	0.18	0.48		0.56			0.43
14 días							
1	0.19	1.19**					0.58
28 días							
1	0.15	1.05**					0.49
2	-0.26	1.01**	0.12				0.53
42 días							
1	0.12	1.03**					0.51
2	-0.27	0.99**	0.11				0.56
3	-0.28	0.63*	0.09	0.39			0.59
4	-0.20	0.74**	0.14*	0.36	-0.03		0.62
56 días							
1	0.11	0.95**					0.59
2	0.04	0.77**		0.28			0.62
70 días							
1	0.14	0.77**					0.54
2	-0.16	0.76**				0.00*	0.60
82 días							
1	0.01	0.96**					0.73
2	-0.33	0.93**	0.09*				0.76
3	-0.30	0.94**	0.13*		-0.02		0.77

** Variable significativa (P<.01)

* Variable significativa (P<.05)

Cuadro 6.- Ecuaciones de regresión para predecir espesor de grasa subcutánea en la canal utilizando mediciones por ultrasonografía, altura del anca y peso vivo desde 1 a 70 y 1 a 82 días

Variable Depen.	Coeficientes de regresión parciales					R ²
	Intercep.	UGS2	UGS5	UGS4	PV1	
GS						
1 a 82 días						
1	0.16	1.30**				0.70
2	0.28	1.52**			-0.00	0.74
3	0.22	1.11**	0.40		-0.00	0.78
4	0.28	1.68**	0.81**	-0.97**	-0.00*	0.86
1 a 70 días						
1	0.16	1.30**				0.69
2	0.09	0.85**	0.45*			0.74
3	0.13	1.31**	0.84**	-0.88		0.81
4	0.26	1.57**	0.86**	-0.93**	-0.00	0.86

** Variable significativa (P<.01)

* Variable significativa (P<.05)

Al ser la grasa subcutánea, uno de los componentes de mayor influencia en la ecuación de rendimiento para el sistema de tipificación de USA, parecería ser relevante predecir esta variable al clasificar los novillos en el feedlot como previo al momento de embarque. Esta variable combinada con PV, AA y AOB, permitiría diferenciar grupos por rendimiento carnicero.

En la predicción del AOB (Cuadro 7) el mejor modelo utilizando una sesión de ultrasonido por vez, fue la correspondiente al día 82, con un R² de 0,83. La variable que explicó el 78% de la variación en AOB fue UA OB. En los otros modelos, UA OB contribuyó con R² parcial de 0,5 aproximadamente. (Se entiende por R² parcial como la contribución de la variable dependiente en estudio en explicar la variación total de la variable independiente en el respectivo modelo) Al utilizar múltiple mediciones (Cuadro 8), el mejor modelo fue el que abarcaba todo el período, siendo UA OB en el día 82 la responsable del 75% de la variación del área del ojo del bife en la canal. Trenkle e Iiams (1997) expresaron que aunque el espesor de grasa subcutánea inicial es de mayor valor que el AOB para la clasificación de los animales en grupos homogéneos, el uso de ambas variables podría aumentar la efectividad en predecir categorías dentro de rendimiento carnicero.

Cuadro 7.- Ecuaciones de regresión para predecir área del ojo del bife en la canal utilizando mediciones por ultrasonografía, altura del anca y peso vivo

Variable Depend.	Coeficientes de regresión parciales						R ²
	Intercep.	UAOB	UGS	UPBF	UMAR	UPC	
AOB							
1 día							
1	26.81	5.58**					0.57
2	38.86	5.26**			-2.84		0.61
3	25.51	4.60**		6.88	-3.03		0.66
14 días							
1	28.84	4.83**					0.44
2	53.28	3.92**			-5.16**		0.55
28 días							
1	30.60	4.35**					0.50
2	33.54	4.58**	-16.00				0.53
42 días							
1	22.57	5.24**					0.47
2	24.55	5.88**	-22.53*				0.53
3	8.39	4.96**	-21.98*	6.93			0.57
56 días							
1	13.26	5.65**					0.49
82 días							
1	2.90	6.39**					0.78
2	12.22	6.29**			-2.52*		0.82
3	4.77	5.91**			-2.48**	3.54	0.83

** Variable significativa (P<.01)

* Variable significativa (P<.05)

Cuadro 8.- Ecuaciones de regresión para predecir área del ojo del bife en la canal utilizando mediciones por ultrasonografía, altura del anca y peso vivo desde 1 a 70 y 1 a 82 días

Variable Depend.	Coeficientes de regresión parciales							R ²
	Intercep.	UAOB1	UPBF6	UAOB4	UAOB7	UAOB6	UPC3	
AOB								
1 a 82 días								
1	1.83				6.46**			0.75
2	8.11				8.43**	-2.51*		0.80
3	-5.32		7.79*		7.29**	-2.92**		0.86
4	-22.47		7.40*		7.44**	-3.55**	8.08*	0.89
1 a 70 días								
1	28.98	5.36**						0.50
2	1.85	3.48**	10.93*					0.62
3	-4.91	2.00	9.81*	2.37				0.67

** Variable significativa (P<.01)

* Variable significativa (P<.05)

En este experimento UAOB al final del período estuvo altamente correlacionado con UAOB a los 14, 28, 42 y 56 días ($r=0,77, 0,79, 0,85, \text{ y } 0,76$, respectivamente).

El mejor modelo (Cuadro 9) para la predicción de MAR, usando sesiones individuales, fue el correspondiente al día 82 ($R^2=0,70$). La variable UMAR explicó el 56% de la variación tanto en MAR como en grado de calidad. En dicho modelo UAOB entró como segunda variable en importancia, lo que se justificaría por la positiva correlación ($r=0,28$) entre ambas (UAOB y MAR). Al modelo mencionado le siguió en importancia, según el coeficiente de determinación, el modelo correspondiente al día 56.

En el Cuadro 10, se presentan las ecuaciones para predecir MAR utilizando todas las sesiones de ultrasonografía (desde el 1^{er} día hasta el 70^o y el 82^o día).

De acuerdo a lo esperado, UMAR en el día 82 explicó mayormente la variación de MAR en la canal (64%). Sin embargo, cuando ese día no fue incluido en el análisis, UMAR al día 42 fue la variable más importante, responsable del 61% de dicha variación.

Las dificultades en la predicción de MAR con mediciones tempranas de ultrasonografía es concordante con otros estudios (Trenkle e liams, 1997), donde esta predicción fue más dependiente del número de días de alimentación y de las diferencias genéticas entre animales (líneas de padres). La información genética podría ser de suma relevancia para determinar el grado de calidad que alcanzarían los animales en engorde.

No obstante y acorde con nuestros resultados, la predicción del nivel de marmoreo en la canal de esos animales podría ser posible con mediciones de ultrasonografía a partir del día 42.

Cuadro 9.- Ecuaciones de regresión para predecir marmoreo en la canal utilizando mediciones por ultrasonografía, altura del anca peso vivo

Variable Depend.	Coeficientes de regresión parciales						R ²
	Intercep.	UMAR	UP8	AA	PV	UAOB	
MAR							
1 día							
1	497.58		253.83**				0.37
2	448.53	17.17*	234.34**				0.46
14 días							
1	509.64		200.08**				0.29
2	464.08	14.70	204.24**				0.35
28 días							
1	482.70		221.56**				0.35
2	429.94	16.64*	222.04**				0.44
42 días							
1	476.49	34.53**					0.43
2	359.61	39.84**			0.10*		0.50
3	367.70	36.51**	54.70		0.07		0.53
56 días							
1	462.09	40.70**					0.52
2	435.27	36.49**	76.69				0.57
3	199.66	39.47**	84.37*	4.40			0.61
70 días							
1	499.42	26.74**					0.45
2	442.24	21.69**	129.27**				0.59
82 días							
1	452.27	40.91**					0.56
2	341.77	42.17**				9.22**	0.65
3	318.63	39.60**	69.82*			8.46**	0.70

** Variable significativa (P<.01)

* Variable significativa (P<.05)

Cuadro 10.- Ecuaciones de regresión para redecir marmoreo en la canal utilizando mediciones por ultrasonografía, altura del anca y peso vivo desde 1 a 70 y 1 a 82 días

Variable Depend.	Coeficiente de regresión parciales							R ²
	Intercep.	UMAR4	UAOB5	UPC2	UMAR5	UMAR7	UAOB7	
QG								
1 a 82 días								
1	455.53					39.702**		0.64
2	328.68					42.502**	10.136**	0.75
3	299.53	24.883**				22.283*	11.643**	0.83
1 a 70 días								
1	465.33	38.531**						0.61
2	326.49	41.051**	11.655**					0.76
3	251.62	43.802**	7.006	39.377				0.79
4	276.15	35.045**	4.073	37.265	13.442			0.82

** Variable significativa (P<.01)

* Variable significativa (P<.05)

II.4. Implicancias

Basado en los resultados obtenidos en éste estudio, se demostró que el uso de esta tecnología (mediciones seriadas de ultrasonografía en tiempo real) fue útil para estimar características de la canal tales como grasa subcutánea, área del ojo del bife y nivel de marmoreo. Estas mediciones realizadas en el animal vivo previo a la faena mostraron los valores más altos en los coeficientes de correlación y determinación permitiendo predecir con exactitud las respectivas características de la canal.

Nuestra información indica que la grasa subcutánea en la canal podría predecirse desde el día 14 del período del feedlot considerado para esta experiencia, ($R^2 = 0,58$) utilizando la variable UGS con alta exactitud ($r=0,73$). El uso de UGS podría ser aplicado desde etapas tempranas del feedlot debido a la alta correlación entre las variables en estudio.

La mejor estimación del área del ojo del bife se obtuvo en el modelo correspondiente al día 1, cuando el último modelo no fue considerado. La exactitud de esta predicción incrementó con los días, con excepción del día 56.

El porcentaje de grasa intramuscular mostró una tasa de aumento lenta durante el período, siendo posible predecirla con mediciones de ultrasonografía a partir del día 42.

Esta utilización de las mediciones seriadas de ultrasonografía en tiempo real como herramienta para predecir características de la canal durante el período de alimentación y clasificar animales en grupos permitiría un mejor manejo nutricional de los individuos, una mejor estimación del momento de embarque y un incremento en la consistencia en el producto final.

III. PREDICCIÓN DE PUNTOS FINALES DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LAS CANALES EN NOVILLOS DE FEEDLOT UTILIZANDO MEDICIONES SERIADAS DE ULTRASONOGRAFÍA

III.1. Introducción

En los sistemas de alimentación a corral existe una considerable variación en la composición corporal entre animales de un mismo corral. La Auditorías sobre Calidad de Carne realizada en 1991 en USA reveló inconsistencias en calidad, exceso de grasa y pobre palatabilidad. Si el ganado dentro de un mismo corral fuera más uniforme, los mismos podrían ser alimentados acorde a sus requerimientos y no en condiciones promedio donde se genera una sobre o sub alimentación de una parte de ese ganado.

La más reciente Auditoría publicada sobre Calidad de Carne en aquel país (NBQA, 1995) corroboró lo anterior, reportando que una sustancial proporción del ganado no es alimentado de acuerdo a las especificaciones, siendo un 25% de los mismos sobrealimentados y otro 25% embarcado en forma anticipada.

Por otra parte, la industria cárnica está moviéndose hacia un mercado dirigido por las preferencias del consumidor. Esto genera la alternativa de un sistema de mercado en que se premia los méritos individuales del animal. La ventaja de estos sistemas de comercialización radica en que los productores pueden conocer de antemano las condiciones de los primeros y por lo tanto planificar la producción según dichas condicionantes.

Para obtener óptimos retornos económicos de estos sistemas, se necesitan técnicas que permitan predecir con la mayor exactitud posible la composición final de los animales o clasificar los novillos al inicio o durante el período de engorde. Esto permitiría una mejor alimentación según los requerimientos del grupo y una identificación temprana para ajustarse a las condiciones del mercado elegido.

El uso de esta clase de tecnología puede constituirse en una herramienta válida para clasificar los animales en grupos de similar composición. El potencial de esta práctica basada principalmente en mediciones de espesor de grasa subcutánea y su combinación con otras variables como peso vivo, altura al anca y grado de marmoreo ha sido ampliamente demostrado por varios autores (Trenkle, 1998, Brethour, 2000).

El objetivo de este estudio fue determinar la eficacia de clasificar animales de sobreaño en grupos de similar composición utilizando mediciones seriadas de ultrasonografía en tiempo real con la finalidad de mejorar la performance de los novillos en el período de engorde y la uniformidad de sus canales.

III.3. Materiales y Métodos

En este experimento fueron utilizados 43 novillos Hereford y cruce Hereford, de parentesco conocido, con 15 meses de edad. Estos novillos estuvieron en campo natural mejorado por un período aproximado de 10 meses, posteriores a su destete y previo al período de engorde. En junio de 1997 fueron enviados a las facilidades de feedlot que dispone la Universidad de Georgia en su Unidad Experimental "Whitehall" (Athens, Georgia) para vacunos. El período de engorde fue de 84 días y el alimento suministrado en ese período consistió de 78% de grano de maíz y 15% de semilla de algodón. Los novillos fueron asignados al azar en dos corrales (22 y 21 novillos en cada uno) techados y con libre acceso al agua. El ganado fue pesado individualmente en las primeras horas del día antes de su alimentación, al comenzar el estudio, cada 14 días y previo a su embarque. Junto con los registros de peso vivo (PV) se midió altura del anca (AA) y se tomaron imágenes por ultrasonografía de área del ojo del bife (UAOB), espesor de grasa subcutánea (UGS) y porcentaje de grasa intramuscular (UMAR). Un técnico certificado por la Beef Improvement Federation (BIF) fue el responsable de los registros por ultrasonido. La última medición ultrasonográfica fue realizada 2 a 3 días antes de la faena, usando dos días diferentes para cada corral. El equipo de ultrasonografía era marca Aloka 500V con diagnóstico de tiempo real (Corometrics Medical Systems, Wallingford, CT) contando con un transductor de 172 mm de largo y 3,5 MHz. Con la finalidad de optimizar la calidad de la imagen, el sitio a medir en el animal fue afeitado, cepillado (para eliminar suciedades) y aceitado con aceite de origen vegetal, usándose

una guía de material blando para facilitar el contacto entre el traductor y las superficies curvas del animal.

El sitio para la toma de imágenes de UA OB, UGS y U MAR, fue determinado por palpación entre la 12-13^a costilla en el lado derecho del animal. El traductor fue ubicado en dicho espacio intercostal, siguiendo el contorno de las costillas, para el registro de las dos primeras variables. La imagen para U MAR fue realizada paralelo a la espina dorsal, considerando la sección longitudinal del músculo *longissimus dorsi* desde la 11^a a la 13^a costilla.

Las imágenes fueron almacenadas en un ordenador para su posterior interpretación por parte del mismo técnico. La medición lineal de UGS fue realizada a $\frac{3}{4}$ de distancia desde la vértebra a nivel del *longissimus dorsi*. La medición correspondiente a UA OB incluyó sólo al mencionado músculo.

Al finalizar el período de engorde, los novillos fueron enviados a un frigorífico comercial, depositados en los corral de espera por una noche y faenados al otro día con técnicas que tienen en cuenta el bienestar animal. Las canales fueron pesadas inmediatamente después de la faena, enfriadas a 4 °C por 48 hs y tipificadas por personal entrenado de USDA según peso de la canal caliente, espesor de grasa subcutánea en la 12^a costilla, área del ojo del bife, porcentaje de grasa de riñonada, pélvica y del corazón, madurez, grado de marmoreo, color, textura y firmeza. Para el cálculo del área del ojo del bife, se trazó la misma en acetato y se midió posteriormente con un planímetro Sigma Scan™ (Jandel Scientific, Corte Madera, Ca).

El corte correspondiente a la 12-13^a costilla fue envasado al vacío y enviado fresco al Laboratorio de Carne de la Universidad de Georgia. Un bife de 1,27 cm de espesor fue removido de cada sección, recortando grasa subcutánea, tejido conectivo y músculos periféricos, de forma de aislar el músculo *longissimus dorsi*. El bife resultante fue envasado al vacío y congelado para posterior análisis químico. El contenido en lípidos fue utilizado para determinar el porcentaje de grasa intramuscular, ya que el software para el equipo ultrasonográfico fue desarrollado para predecir grasa intramuscular y no grado de marmoreo. Se analizó en forma triplicada considerándose como aceptable un error del 5% entre las repeticiones.

Para los análisis químicos, las muestras fueron previamente descongeladas, picadas y homogeneizadas en un procesador de alimentos (Robot Coupe).

III.3.1. Extracción de lípidos

El contenido de lípidos en los bifes fue determinado utilizando el método de extracción con cloroformo y metanol (una modificación de los procedimientos de Folch et al., 1957). Después de haber descongelado las muestras, se pesaron 2,5 gr. de carne picada para cada uno de los tres tubos cónicos de 50 ml, en los cuales se realizó la centrifugación. Los tejidos fueron homogeneizados en una solución de cloroformo y metanol (en relación 1:2) con el uso de un homogeneizador (PRO 250, PRO Scientific Inc, Monroe, CT). Las muestras homogeneizadas se mantuvieron a temperatura ambiental por 1 hora para

permitir la extracción de lípidos. Posteriormente 5 ml de cloroformo y 5 ml de KCl se agregaron a cada tubo. Los tubos fueron agitados y centrifugados por un tiempo de 10 min a 0 °C y a 829 g.

El resultado de éste proceso es un sistema bifásico, donde la fase superior contiene sustancias no lipídicas mientras que la inferior posee esencialmente todos los lípidos. La parte superior fue aspirada cuidadosamente, evitando romper el pellet formado. Éste es vertido en una bandeja de papel de aluminio previamente pesada, las cuales habían sido secadas en un horno a 90 °C por un período de 12 hs. Para facilitar la evaporación del cloroformo y del metanol, las bandejas son depositadas en una campana por una noche y secadas posteriormente en un horno a 90 °C por 15 minutos y en un desecador por 5 min.

El cálculo del porcentaje lipídico fue determinado usando la ecuación:
(Peso de la bandeja seca con lípidos – Peso de la bandeja seca)/ Peso de la muestra *100

III.3.2. Análisis estadístico

Se estimaron las correlaciones entre las mediciones seriadas de ultrasonografía en el animal vivo y sus respectivas características en la canal. Además se desarrollaron ecuaciones de regresión para predecir las características de la canal utilizando el procedimiento Stepwise, considerando las mediciones en el animal vivo como variables independientes. Las ecuaciones de regresión para las mediciones individuales fueron calculadas usando las variables independientes medidas durante todo el período de alimentación, en las primeras seis sesiones de ultrasonografía y en cada sesión individual.

Estas variables independientes debían ser significativas ($P < 0.10$) para permanecer en el modelo de regresión.

El principal interés de este estudio fue determinar si la tecnología de la ultrasonografía era capaz de predecir si un animal fuese tipificado dentro de una categoría de rendimiento y una de calidad, o no. Esto se evaluó mediante el uso de tablas de contingencia de 2x2 donde un umbral arbitrario de rendimiento y de nivel de marmoreo fue seleccionado para la toma de decisión. Dicho umbral en primera instancia se fijó en rendimiento < 4 y calidad $< \text{Choice}$, aunque otras combinaciones fueron estudiadas buscando cual de ellas presentaba la mayor exactitud.

Estas tablas de contingencia fueron comparadas con un análisis de χ^2 y el estimador de la exactitud estuvo basado en la fracción verdadera positiva (FVP) - o lo que es decir los animales correctamente estimados acorde con la categoría seleccionada – más la fracción verdadera negativa (FVN) – correspondiente a los animales estimados correctamente pero en categorías menores a la seleccionada. La primera está representada por los casos reales positivos, mientras que la segunda por los casos reales negativos. Ambas son expresadas como porcentaje. A través de estas fracciones se calcularon dos parámetros de exactitud, sensibilidad y especificidad.

III.4. Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se presentan las abreviaciones asignadas a cada una de las variables.

Cuadro 1.- Descripción de las siglas

Siglas	Definición
PCC	Peso canal caliente (kg)
MAR	Grado de marmoreo en la canal (300-399=Slightly; 400-499=Small)
GS	Espesor de grasa subcutánea (longissimus dorsi) en la canal (cm)
AOB	Area del ojo del bife en la canal (cm ²)
YG	Grado de Rendimiento (1 a 5)
QG	Grado de Calidad (500-599=Select; 600-699=Choice)
LC	Porcentaje de lípidos en área del ojo del bife (%)
UAOB	Area del ojo del bife por ultrasonido (cm ²)
UGS	Espesor de grasa subcutánea (longissimus dorsi) por ultrasonido (cm)
UMAR	Grado de marmoreo por ultrasonido (%)
UP8	Espesor de grasa subcutánea (gluteus medius) por ultrasonido (cm)
UPBF	Profundidad del biceps femoris por ultrasonido (cm)
UPC	Profundidad del gluteus medius por ultrasonido (cm)
PV	Peso vivo (kg)
AA	Altura del anca (cm)
Sesiones ultrasonido	1=1 día; 2=14 día; 3=28 día; 4=42 día; 5=56 día; 6=70 día; 7=82 día

Nota: Grado de Rendimiento (Yield Grade) identifica el rendimiento de cortes sin hueso, desgrasado provenientes de la nalga, el lomo, el costillar y la paleta. Se expresa en una escala de 1 a 5, donde 1 equivale a un rendimiento de 55% del peso de la canal y 5 a un rendimiento de 43% del peso de la canal. El Grado de Calidad es basado en la evaluación de los niveles de marmoreo y madurez. Un animal menor a 30 meses de edad y con niveles de 5% de grasa intramuscular pertenece a la categoría de Choice.

III.4.1. Mediciones en vivo por ultrasonografía y en la canal

El Cuadro 2 muestra las medias, los desvíos estandar, los mínimos y los máximos para características de la canal y composición química de los novillos. El valor promedio obtenido para rendimiento (YG) fue de 3,21 y para calidad (QG) fue de Select+. Al comparar esta información con la Auditoría sobre Calidad de Carne (NBQA, 1995), se puede concluir que el tipo de canal de nuestros animales presentó un YG mayor que el promedio de la Encuesta (2,82) dado que poseían un mayor espesor de grasa subcutánea (1,27 vs 1,19 cm).

Los otros componentes importantes en la ecuación para calcular YG son PCC y AOB. El PCC de nuestro experimento fue de 311,6 kg, 27,6 kg menos que el reportado en la mencionada encuesta. Los valores de AOB expresados en base a 100 kg de peso de la canal fueron semejantes (24,4 vs 24,3 para éste ensayo y la NBQA, respectivamente). Esto implicaría que los novillos de nuestro estudio fueron similares en musculatura a los promedios reportados por la encuesta, pero a la vez fueron considerablemente más

livianos en peso y con mayor grado de terminación que la población de canales muestreada en el año 1995. Es pertinente mencionar las diferencias en tipo racial en esta comparación. Los novillos de nuestro ensayo provenían de razas británicas (Hereford y cruza Hereford x Angus) mientras que los evaluados en la encuesta correspondían a un amplio espectro racial (cruzas británicas, continentales y cebuinas, principalmente).

En el tema de tipificación por calidad (QG), ambos estudios fueron similares (Select +). La similitud en QG era esperada ya que no existieron diferencias en nivel de marmoreo y estado madurez.

Cuadro 2.- Medias, Desvíos estandar, Mínimos y Máximos para características de la canal

Variable	Media	Des. Es.	Mínimos	Máximos
PCC	311.60	32.20	254.70	378.60
MAR	391.69	48.88	305.00	517.50
GS	1.27	0.33	0.83	2.00
AOB	76.38	8.12	54.93	93.50
YG	3.21	0.55	2.27	4.52
QG	582.00	35.15	505.00	640.00

III.4.2. Análisis de las correlaciones

Los coeficientes de correlación entre mediciones ultrasonográficas y datos de la canal son presentadas en el Cuadro 3. La relación más fuerte entre estas variables ocurrió cuando los registros por ultrasonografía se tomaron próximo a la faena. Estos valores fueron de 0,86 para espesor de grasa subcutánea, 0,87 para área del ojo del bife y 0,75 para nivel de marmoreo (información no presentada).

Como se dijera anteriormente el uso de la correlación como medida de exactitud es a menudo muy criticada por la dependencia que existe con la varianza de la muestra, por dicha razón dos medidas adicionales (raíz del cuadrado medio del error –RCME- y desvío estándar del error – DEE-) fueron incluidas para evaluar la exactitud de los registros. Según estos parámetros, se pudo concluir que la información ultrasonográfica fue tomada correctamente y es predictiva de sus respectivas características de la canal, coincidiendo con las conclusiones del trabajo anterior.

La baja correlación obtenida al comienzo del experimento entre UGS y GS y YG puede ser parcialmente explicado por la baja condición corporal de los novillos en ese instante y la dificultad en medir con exactitud los bajos niveles de espesor de grasa. Las altas correlaciones entre UGS a los 14, 42, 56 y 70 días con YG sugerirían que dicha toma de datos ofrece un potencial para clasificar animales en grupos de similar composición. Delehant et al. (1997) reportó correlaciones inferiores (rango $r = 0,33-0,59$) a las obtenidas en este ensayo entre las estimaciones por ultrasonografía y las características de la canal. Sin embargo las correlaciones encontradas por estos autores entre YG y QG con la medición inicial de UGS ($r=0,20$ y $0,22$ respectivamente) fueron similares en magnitud a las nuestras (Cuadro 3).

El rango de correlaciones entre UAOB y AOB a lo largo del período de engorde fue entre 0,35 y 0,87. Correlaciones mayores a 0,70 fueron obtenidas desde los 28 días con excepción de la registrada en el día 56.

Al considerar YG, las correlaciones negativas de esta variable con UAOB eran esperables acorde a la ecuación desarrollada para calcular YG.

La correlación significativa ($P < 0,05$) entre UAOB y QG a los 56 y 70 días podría ser explicado por un aumento simultáneo de los tejidos musculares y grasos en animales en rápido crecimiento.

Cuando se analiza UMAR, la misma correlaciona altamente con QG. QG esta compuesta por nivel de marmoreo y madurez, al ser los animales homogéneos en su edad fisiológica, es de esperar la estrecha relación entre las dos anteriores variables. La correlación mejoró con los días de alimentación, siendo significativas a partir del día 42. Esto sugeriría que es posible predecir QG y clasificar los animales sobre la base del criterio de calidad a partir de esa fecha, para las condiciones de nuestro ensayo.

De las medidas ultrasonográficas adicionales, UP8 (espesor de grasa subcutánea a nivel del cuadril) mostró alta correlación con YG y QG, lo que llevaría a pensar en su consideración para predecir características de la canal. Esto concuerda con la información obtenida por Williams et al. (1997).

Cuadro 3.- Coeficientes de correlación Pearson entre las mediciones por ultrasonido en las distintas sesiones y las características de la canal

	YG	QG
UGS1	0.23	0.23
UGS2	0.59**	0.51**
UGS3	0.49**	0.53**
UGS4	0.60**	0.39*
UGS5	0.58**	0.46**
UGS6	0.55**	0.48**
UGS7	0.62**	0.40**
UAOB1	-0.23	0.07
UAOB2	-0.10	0.28
UAOB3	-0.10	0.23
UAOB4	-0.14	0.20
UAOB5	-0.12	0.36*
UAOB6	-0.13	0.36*
UAOB7	-0.27	0.28
UMAR1	0.37*	0.38*
UMAR2	0.22	0.23
UMAR3	0.09	0.29
UMAR4	0.23	0.64**
UMAR5	-0.01	0.72**
UMAR6	0.17	0.68**
UMAR7	0.31	0.75**
UP81	0.45**	0.59**
UP82	0.47**	0.60**
UP83	0.43**	0.59**
UP84	0.56**	0.45**
UP85	0.48**	0.50**
UP86	0.35*	0.53**
UP87	0.58**	0.42**
UPBF1	0.19	0.13
UPBF2	-0.07	0.17
UPBF3	0.01	0.20
UPBF4	0.01	0.18
UPBF5	0.31*	0.38*
UPBF6	0.11	0.18
UPBF7	0.21	0.35*
UPC1	0.34*	0.30
UPC2	0.21	0.34*
UPC3	0.05	0.19
UPC4	0.13	0.04
UPC5	0.12	0.28
UPC6	0.33*	0.02
UPC7	0.16	0.16

*Variable significativa (P<0.05)

**Variable significativa (P<0.01)

III.4.3. Análisis de Regresión

Los análisis de regresión se realizaron para tener una mejor comprensión de las relaciones entre las mediciones en vivo con ultrasonido y las características de la canal. Además este análisis tuvo la finalidad de evaluar la capacidad para predecir la composición de la canal con la información seriada recogida por ultrasonografía y de determinar cual fue el momento óptimo para su obtención.

Los modelos presentados a continuación incluyen las principales cuatro variables del modelo. Por cada variable dependiente (YG y QG) se elaboraron dos tablas según el análisis de regresión. La primera tabla muestra las ecuaciones desarrolladas utilizando las mediciones por ultrasonografía, peso vivo y altura del anca en cada sesión como variables independientes, mientras que la segunda usa toda la información del período, donde se incluye o excluye la medición del último día (día 82). Dicha presentación ayuda a identificar el mejor momento para la toma de datos y a su vez determina si el uso de múltiples mediciones mejora la predicción de las variables dependientes.

El Cuadro 4 muestra las ecuaciones de regresión por el procedimiento Stepwise para predecir YG utilizando las mediciones de cada sesión de ultrasonido por separado, la altura del anca y el peso vivo, también registrados en el mismo momento. El último modelo, correspondiente al día 82, presentó el coeficiente de determinación más alto comparado con el resto ($R^2=0,80$). Como era esperable y de acuerdo a los análisis de correlación, estas mediciones de ultrasonido fueron las mejores predictoras de las características de la canal. Dentro de éste modelo, UGS explicó la mayor variación (38%) en YG ($P<0,01$), mientras que UA OB y PV explicaron el 21% y 18%, respectivamente.

A este modelo le siguió en poder predictivo el correspondiente al día 42 ($R^2= 0,67$), basándonos siempre en el coeficiente de determinación. Como en el anterior, UGS fue la variable más importante (R^2 parcial=0,43), seguida por UA OB y PV.

La significancia de este modelo (día 42) para nuestros objetivos es soportada por los resultados obtenidos en los análisis de correlación y regresión. En los otros modelos para predecir YG, los R^2 oscilaron entre 0,50 y 0,59 y nuevamente UGS fue responsable de la mayor variación en YG.

Toda esta información (análisis de correlación y de regresión) permite concluir que es posible clasificar los novillos en grupos de similar rendimiento carnicero en base a las mediciones de espesor de grasa subcutánea a nivel de la 12-13^a costilla desde tempranas etapas del régimen alimenticio. Esta segregación es mejorada con la incorporación de variables como UA OB y PV.

En el Cuadro 5 se presentan las ecuaciones de regresión para predecir YG utilizando todas las variables medidas en el tiempo de duración de la prueba. Los modelos que incorporaron tanto las primeras seis sesiones de mediciones como el total de siete, fueron buenos predictores de YG ($R^2=0,81$ vs 0,85, respectivamente). El estimador de grasa (UGS) en el día 14, fue la variable más importante en ambos modelos (R^2

parcial=0,44). La segunda variable en ser considerada fue UA OB registrada al inicio del ensayo mientras que la única variable correspondiente a la medición del día 42 fue UA OB, con un R^2 parcial de 0,06.

Considerando que el espesor de grasa subcutánea es la variable de mayor influencia en la ecuación de YG, parecería importante predecir esta variable cuando se piensa clasificar los novillos en grupos de similar composición, especialmente cuando se dispone de sistemas de comercialización basados en premiar las virtudes de la canal.

Las correlaciones entre las UGS a los 14, 28, 42, 56 y 70 días fueron altas en el rango de $r=0,80-0,89$ (información no presentada). Existen varios trabajos de investigación que muestran que este sistema de segregación podría ser efectivo en la comercialización de los animales (Houghton y Turlington, 1992; Trenkle e Iiams, 1997; Delehan et al., 1997). Trenkle (1998) agrupando novillos de feedlot en base a altura al anca y espesor de grasa subcutánea medida por ultrasonografía reportó que 92% de los novillos con bajo nivel inicial de grasa presentaron grados de rendimiento entre 1 y 2 comparado con un 62% del grupo con mayor nivel de grasa. El primer grupo fue a su vez el más eficiente en la conversión de alimentos y el que mostró mayores ganancias diarias de peso.

Se constata entonces que la ultrasonografía puede medir efectivamente ciertas variables como el espesor de grasa subcutánea y que esta medida junto con otras tomadas en el animal vivo (peso vivo y altura del anca) permite agrupar los animales en diferentes categorías de rendimiento y/o calidad carnicera, mejorando la uniformidad de la canal (Houghton y Turlington, 1992 y Basarab et al., 1997).

Aunque la clasificación de los animales en base a grasa subcutánea inicial fue de mayor aporte que la medición del área del ojo del bife, el uso de ambas podría aumentar la efectividad en alcanzar los objetivos. En este estudio, UA OB en el día 82 estuvo altamente correlacionado con UA OB a los 14, 28, 42 y 56 días ($r= 0,77, 0,79, 0,85$ y $0,76$, respectivamente).

Cuadro 4.- Ecuaciones de regresión para predecir grado de rendimiento en la canal usando mediciones por ultrasonografía, altura del anca y peso vivo tomadas durante el período de engorde

Variable Depend.	Coeficientes de regresión parciales								R ²
	Intercep.	UGS	UAOB	UP8	AA	PV	UPC	UMAR	
YG									
1 día									
1	2.29	3.34**							0.26
2	4.06	3.70**	-0.21**						0.45
3	2.60	3.01**	-0.27**				0.81**		0.51
14 días									
1	2.27	3.51**							0.31
2	3.92	4.31**	-0.19**						0.45
3	-0.51	4.40**	-0.24**		0.09**				0.56
28 días									
1	2.01	3.51**							0.33
2	3.04	3.86**	-0.11						0.39
3	1.90	3.70**				0.003*			0.50
42 días									
1	1.77	3.83**							0.43
2	3.53	4.55**	-0.20						0.56
3	2.65	4.27**	-0.31**			0.002*			0.64
4	2.41	2.88**	-0.30**	1.52		0.002*			0.67
56 días									
1	2.12	2.73*							0.26
2	4.37	3.17**	-0.22**						0.43
3	3.36	2.94**	-0.31**			0.002*			0.52
4	3.16	1.78*	-0.33**	1.90*		0.002*			0.59
70 días									
1	2.34	1.90**							0.19
82 días									
1	1.71	2.95**							0.38
2	4.08	3.32**	-0.22**						0.59
3	2.64	3.11**	-0.37**			0.003**			0.77
4	2.01	2.86**	-0.37**			0.003**		0.17*	0.80

** Variable significativa (P<0,01) *Variable significativa (P<0,05)

Cuadro 5.- Ecuaciones de regresión para predecir grado de rendimiento de la canal usando mediciones por ultrasonografía, altura del anca y peso vivo considerando desde 1 a 70 y 1 a 82 días.

Variable Depend.	Coeficientes de regresión parciales						R ²
	Intercep.	UGS2	UAOB7	UAOB1	UAOB4	AA1	
YG							
1 a 82 días							
1	2.07	4.14**					0.45
2	5.12	5.94**	-0.31**				0.81
3	4.63	5.30**	-0.38**			0.001*	0.85
1 a 70 días							
1	2.06	4.13**					0.44
2	4.00	5.63**		-0.26**			0.70
3	4.67	6.38**		-0.17*	-0.17*		0.76
4	0.98	6.65**		-0.17*	-0.23**	0.09*	0.81

** Variable significativa (P<0,01)

* Variable significativa (P<0,05)

La predicción de QG a través de las mediciones en vivo es presentada en la Cuadro 6. Al igual que en YG, el mejor modelo fue el que utilizó las mediciones del día 82 (R²= 0,70) donde UMAR representó el 56% de la variación en calidad. Las otras dos variables del modelo fueron UA OB y UP8. La presencia de la primer variable (UA OB) podría ser explicada por la correlación positiva entre ésta y QG (r= 0,28, Cuadro 3).

El siguiente modelo en importancia según el coeficiente de determinación (R²) fue el correspondiente al día 56 (R²= 0,61) donde UMAR presentó un R² de 0,52.

Al incluir todas las mediciones desde el día 1 hasta el 82 (Cuadro 7), UMAR en el último día explicó el 64% de la variación en QG. Sin embargo, cuando la sesión final de ultrasonografía no fue incluida, UMAR al día 42 y UA OB al día 56 explicaron el 61% y el 15% de la esa variación respectivamente.

Comparando los modelos para predecir QG, se constata que las mediciones por ultrasonido iniciales tuvieron bajo poder predictivo, con la excepción de UP8 que llegó a representar un 35% de la variación en dichos modelos (≤ 28 días). Esta dificultad para predecir QG en el inicio del período de engorde concuerda con otros estudios donde se manifiesta una mayor dependencia con el número de días de alimentación y con las diferencias genéticas entre los animales (Trenkle e Iiams, 1997; Brethour, 2000). Trenkle e Iiams (1997) encontraron que el agrupamiento de los animales basado en UGS y UA OB, no afectó la calidad final de las canales, atribuyendo la variación en marmoreo a las diferentes líneas de padres. La información genética podría ser más importante en determinar la calidad final de los animales que las estimaciones realizadas por ultrasonografía.

Sin embargo, nuestros datos muestran que QG podría predecirse con mediciones en vivo a partir del día 42. UMAR en esa fecha explicó el 61% de la variación en QG y estuvo altamente correlacionado con UMAR al día 82 (r=0,7).

Cuadro 6.- Ecuaciones de regresión para predecir grado de calidad en la canal usando mediciones por ultrasonido, altura del anca y peso vivo.

Variable Depend.	Coeficientes de regresión parciales						R ²
	Intercep.	UMAR	UP8	AA	PV	UAOB	
QG							
1 día							
1	497.58		253.83**				0.37
2	448.53	17.17*	234.34**				0.46
14 días							
1	509.64		200.08**				0.29
2	464.08	14.70	204.24**				0.35
28 días							
1	482.70		221.56**				0.35
2	429.94	16.64*	222.04**				0.44
42 días							
1	476.49	34.53**					0.43
2	359.61	39.84**			0.09*		0.50
3	367.70	36.51**	54.70		0.07		0.53
56 días							
1	462.09	40.70**					0.52
2	435.27	36.49**	76.69				0.57
3	199.66	39.47**	84.37*	4.40			0.61
70 días							
1	499.42	26.74**					0.45
2	442.24	21.69**	129.27**				0.59
82 días							
1	452.27	40.91**					0.56
2	341.77	42.17**				9.22**	0.65
3	318.63	39.60**	69.82*			8.46**	0.70

** Variable significativa (P<0,01)

* Variable significativa (P<0,05)

Cuadro 7.- Ecuaciones de regresión para predecir grado de calidad usando mediciones por ultrasonografía, altura del anca y peso vivo considerando desde 1 a 70 y 1 a 82 días

Variable Depend.	Coeficientes de regresión parciales							R ²
	Intercep.	UMAR4	UAOB5	UPC2	UMAR5	UMAR7	UAOB7	
QG								
1 a 82 días								
1	455.53					39.70**		0.64
2	328.68					42.50**	10.14**	0.75
3	299.53	24.88**				22.28*	11.64**	0.83
1 a 70 días								
1	465.33	38.53**						0.61
2	326.49	41.05**	11.66**					0.76
3	251.62	43.80**	7.01	39.38				0.79
4	276.15	35.05**	4.07	37.27	13.44			390.82

** Variable significativa (P<0,01)

* Variable significativa (P<0,05)

III.4.4. Tablas de Contingencia

El coeficiente de correlación normalmente es utilizado para medir exactitud, sin embargo es considerado por muchos investigadores como una pobre medición de la misma debido a que este coeficiente está sesgado por la variabilidad de la muestra. Para determinar si la tecnología del ultrasonido puede predecir si un animal clasifica dentro de un determinado grado de rendimiento y/o calidad o no, se elaboraron tablas de contingencia de 2x2 para cada sesión de ultrasonografía. En los Cuadros 8, 9 y 10 se resumen las mejores sesiones para predecir QG y YG separadamente y su mejor combinación basada en la exactitud que proporciona la suma de los casos verdaderos positivos y negativos. Las categorías especificadas fueron: Choice para calidad y 4 para rendimiento carnicero.

Para la detección de rendimientos menores a 4 (Cuadro 8b), las mediciones por ultrasonido tomadas al día 14 mostró la mayor exactitud (91%) con una capacidad discriminadora significativa ($\chi^2=12,9$; $P<0,01$). La sensibilidad (fracción verdadera positiva) para predecir $YG<4$ fue alta (100%) pero la especificidad (fracción verdadera negativa) fue solamente del 33%. Esto significa que dicho procedimiento fue efectivo en detectar el ganado que clasificaría en el rango de 2 a 3 de YG utilizando la fracción verdadera positiva. En este escenario la sensibilidad podría ser más importante que la especificidad para identificar los candidatos con $YG < 4$. En la predicción realizada en el día 14 de la prueba, el 86% de los animales clasificaron en la categoría menor a 4.

El modelo correspondiente al día 42 (Cuadro 8a) siguió en importancia con una exactitud de 88%, siendo la fracción verdadera positiva la más importante (100%) en la segregación de los animales con $YG < 4$ ($\chi^2=6,28$; $P < 0,025$).

Sin embargo, para este momento se detectó una mayor capacidad para clasificar animales con un YG < 2 - 2,5. En esta ocasión la más alta exactitud (93%) se obtuvo a través de la especificidad (100%).

Cuadro 8.- Tablas de Contingencia para predecir YG

a) Mediciones a los 42 días

Tablas de Contingencia 2 x 2 Detección de YG2A		Tablas de Contingencia 2 x 2 Detección de YG3	
Predicho 2A Tipificado 2A VP 1	Predicho 2A Tipificado 2B-3-4 FP 0	Predicho 2-3 Tipificado 2-3 VP 37	Predicho 2-3 Tipificado 4 FP 5
Predicho 2B-3-4 Tipificado 2A FN 3	Predicho 2B-3-4 Tipificado 2B-3-4 VN 39	Predicho 4 Tipificado 2-3 FN 0	Predicho 4 Tipificado 4 VN 1
Sensitividad: 25% Especificidad: 100% Exactitud: 93% (total 43 animales) $X^2=6.28$ (P<0.025)		Sensitividad: 100% Especificidad: 17% Exactitud: 88% (total 43 animales) $X^2= 10.34$ (P<0.01)	

b) Mediciones a los 14 días

Tablas de Contingencia 2 x 2 Detección de YG3	
Predicho 2-3 Tipificado 2-3 VP 37	Predicho 2-3 Tipificado 4 FP 4
Predicho 4 Tipificado 2-3 FN 0	Predicho 4 Tipificado 4 VN 2
Sensitividad: 100% Especificidad: 33% Exactitud: 91% (total 43 animales) $X^2 = 12.90$ (P<0.01)	

Las medidas de exactitud para la clasificación en base a calidad (QG) mejoró con los días de alimentación y con la proximidad a la fecha de faena. Esta misma respuesta fue observada por Brethour (2000). El porcentaje de animales en nuestro ensayo que fue tipificado como Select fue de un 63%. El parametro de especificidad mostró los mejores

resultados en la exactitud de la predicción de QG a comienzos del feedlot. Los modelos de mayor exactitud fueron los correspondientes a los días 42 y 56 con 84% y 85% respectivamente (Cuadro 9). Ambos presentaron una capacidad de discriminación significativa ($\chi^2= 16,15$ y $16,58$, respectivamente; $P < 0,01$) donde la especificidad fue mayor que la sensibilidad (93% vs 85%, respectivamente).

Un cambio en la ponderación de estos índices fue observado cuando se analizó el grado Choice, donde la sensibilidad fue más importante para determinar la exactitud en la segregación de los novillos. Esto es concordante también con lo encontrado por Brethour (2000).

Sin embargo si nosotros asumimos que la información perdida (imágenes que no son reconocidas por el programa principalmente por presentar niveles bajos de marmoreo) corresponde a animales que manifiestan un nivel de Select o menor, el número de casos en la fracción verdadero positiva podría llegar a ser más alto que en la fracción verdadero negativa y por lo tanto la sensibilidad ser más importante que la especificidad en esta situación.

Cuadro 9.- Tablas de Contingencia para predecir QG

a) Mediciones a los 42 días

b) Mediciones a los 56 días

Tablas de Contingencia 2 x 2 Detección de Select	
Predicho Select Tipificado Select VP 20	Predicho Select Tipificado Choice FP 2
Predicho Choice Tipificado Select FN 4	Predicho Choice Tipificado Choice VN 11
Sensitividad: 83% Especificidad: 85% Exactitud: 84% (total 37 animales) $\chi^2=16.15$ ($P<0.01$)	

Tablas de Contingencia 2 x 2 Detección de Select	
Predicho Select Tipificado Select VP 14	Predicho Select Tipificado Choice FP 1
Predicho Choice Tipificado Select FN 4	Predicho Choice Tipificado Choice VN 14
Sensitividad: 78% Especificidad: 93% Exactitud: 85% (total 33 animales) $\chi^2= 16.58$ ($P<0.01$)	

Cuando ambas características de la canal fueron consideradas para determinar si un animal entra en la categoría Select e $YG < 4$ (Cuadro 10), la mayor exactitud (49%) correspondió a la combinación de las mediciones tomadas en el día 14 para predecir YG y en el día 42 para QG ($\chi^2=46,8$, $P < 0,01$). En estas tablas se contactó un mayor número de casos en la fracción verdadero positiva.

A esta combinación le siguió la predicción estimada utilizando las mediciones en el día 42, tanto para YG como QG (exactitud= 46%; $\chi^2= 10,81$, $P < 0,01$). Sensitividad fue más importante que especificidad en esta oportunidad.

Cuadro 10.- Tablas de Contingencia para predecir YG and QG
a) Mediciones a los 42 days para ambos (YG and QG)

Tablas de Contingencia 2 x 2 Detección de Se/<4	
Predicho Se / <4 Tipificado Se / <4 VP 17	Predicho Se / <4 Tipificado Ch / 4 FP 0
Predicho Ch / 4 Tipificado Se / <4 FN 0	Predicho Ch / 4 Tipificado Ch / 4 VN 0
Sensitividad: 100% Especificidad: 0% Exactitud: 46% (total 37 animales) $X^2=10.81$ (P<0.01)	

b) Mediciones a los 14 días para YG y a los 42 días para QG

Tablas de Contingencia 2 x 2 Detección de Se/<4	
Predicho Se / <4 Tipificado Se / <4 VP 17	Predicho Se / <4 Tipificado Ch / 4 FP 0
Predicho Ch / 4 Tipificado Se / <4 FN 0	Predicho Ch / 4 Tipificado Ch / 4 VN 1
Sensitividad: 100% Especificidad: 100% Exactitud: 49% (total 37 animales) $X^2= 46.79$ (P<0.01)	

III.5. Implicancias

El uso de esta tecnología, mediciones seriadas por ultrasonografía en tiempo real, permitiría clasificar los novillos en condiciones de feedlot en categorías de similar rendimiento carnicero y calidad utilizando medidas tomadas en los primeros días de alimentación y durante el período de engorde.

Estas mediciones fueron utilizadas efectivamente para predecir rendimiento (YG) y calidad (QG) según el sistema de tipificación americano (USDA). Esta conclusión indicaría que las principales medidas ultrasonográficas en el animal vivo, como área del

ojo del bife, espesor de grasa subcutánea y nivel de marmoreo, junto con el peso vivo registrados en la mitad de nuestro período de alimentación (día 42) podrían ser usadas para predecir las mencionadas características de la canal y por lo tanto agrupar los novillos acorde a éstas.

El uso del espesor de grasa subcutánea medida por ultrasonografía podría ser utilizada tan temprano en el período considerado como ser a los 14 días de iniciado el engorde (84 días), debido fundamentalmente a la alta correlación que existió entre estos registros y la predicción del rendimiento carnicero.

Los niveles de marmoreo estimados por ultrasonografía no mostraron sustancial progreso durante los 84 días de la prueba. La exactitud para predecir calidad (QG) incrementó cuando las mediciones fueron hechas cercano a la fecha de faena. Sin embargo, existiría cierta evidencia, en que el uso de los valores de cría para marmoreado podría sustituir la necesidad de las estimaciones de QG.

La capacidad para clasificar novillos de feedlot en grupos de similar composición utilizando características en el animal vivo permitiría a los productores identificar el momento óptimo de embarque de esos animales. La efectividad de mejorar la uniformidad de las canales dependerá de los costos de la aplicación de esta práctica y de la implementación de un sistema de comercialización basado en el pago de premios.

BIBLIOGRAFIA

- AOAC. 1990.** Official Methods of Analysis, 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Basarab, J.A., D. Milligan, J.J. McKinnon and B.E. Thorlakson. 1997.** Potential use of video imaging and real-time ultrasound on incoming feeder steers to improve carcass uniformity. *Can. J. Anim. Sci.* 77:385-392.
- Boleman, S.L., S.J. Boleman, W.W. Morgan, D.S. Hale, D.B. Griffin, J.W. Savell, R.P. Ames, M.T. Smith, J.D. Tatum, T.G. Field, G.C. Smith, B.A. Gardner, J.B. Morgan, S.L. Northcutt, H.G. Dolezal, D.R. Gill and F.K. Ray. 1998.** National Beef Quality Audit-1995: Survey of producer-related defects and carcass quality and quality attributes. *J. Anim. Sci.* 76:96-103.
- Brethour, J.R. 2000a. **Using serial ultrasound measures to generate models of marbling and backfat thickness changes in feedlot cattle.** *J. Anim. Sci.* 78:2055-2061.
- Brethour, J.R. 2000b. **Using receiver characteristic analysis to evaluate the accuracy in predicting future quality grade from ultrasound marbling estimates on beef calves.** *J. Anim. Sci.* 78:2263-2268.
- Delehant, T.M., G.R. Dahlke, M.P. Hoffman, J.C. Iiams, G.H. Rouse and D.E. Wilson. 1997.** Using real-time ultrasound during the feeding period to predict cattle composition. . Beef Research Report. Iowa State Univ., Ames. A.S. Leaflet R1433.
- Folch, J., M. Lees and G.H. Sloane Stanley. 1957.** A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497-509.
- Hassen, A., D.E. Wilson, G.H. Rouse and R.L. Wilham. 1999.** Repeatability of ultrasound-predicted percentage intramuscular fat in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 77:1335-1340.
- Herring, W.O., S.E. Williams, J.K. Bertrand, L.L. Benyshek and D.C. Miller. 1994.** Comparison of live animal and carcass equations predicting percentage of cutability, retail product weight and trimmable fat in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 72:1107-1118.
- Houghton, P.L. and L.M. Turlington. 1992.** Application of ultrasound for feeding and finishing animals: A review. *J. Anim. Sci.* 70:930-941.
- Houghton, P.L., D.D. Simms and J.J. Higgins. 1990.** Comparison of steer feedlot performance and carcass trait uniformity by method of sorting. pp 75-77. KSU Cattlemen's Day Rep. of Prog.

- Iowa State University (ISU). 1994.** Real-time ultrasonic evaluation of beef cattle. Study guide. Department of Animal Science, Ames, Iowa.
- May, S.G., H.G. Dolezal, D.R. Gill, F.K. Ray and D.S. Buchanan. 1992.** Effects of days fed, carcass grade traits, and subcutaneous fat removal on postmortem muscle characteristics and beef palatability. *J. Anim. Sci.* 70: 444-453.
- Smith, M.T., J.W. Oltjen, H.G. Dolezal, D. R. Gill and B.D. Behrens. 1992.** Evaluation of ultrasound for prediction of carcass fat thickness and *longissimus* muscle area in feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 70:29-37.
- Trenkle, A. 1998a.** Effects of initial body condition, frame size and concentration of dietary energy on carcass value of finishing steers. Beef Research Report. Iowa State Univ., Ames. A.S. Leaflet R1536.
- Trenkle, A. 1998b.** Effects of initial fat thickness, hip height, and concentration of dietary energy on Growth of area of the *longissimus dorsi* muscle and subcutaneous fat of yearling steers. Beef Research Report. Iowa State Univ., Ames. A.S. Leaflet R1539.
- Trenkle, A. and J.C. liams. 1997.** Potential value of ultrasound to sort feeder cattle into more uniform groups for finishing and marketing. Beef Research Report. Iowa State Univ., Ames. A.S. Leaflet R1432.
- Williams, R.E., J.K. Bertrand, S.E. Williams and L.L. Benyshek. 1997.** *Biceps femoris* and rump fat as additional ultrasound measurements for predicting retail product and trimmable fat in beef carcasses. *J. Anim. Sci.* 75:7-13.

Capítulo 2. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO Y VALOR INDUSTRIAL DE NOVILLOS EN ENGORDE EN DIFERENTES PUNTOS DE LA CADENA

I. INTRODUCCIÓN

En simultáneo al experimento conducido por Brito, G. (2001, en esta publicación) se condujo en Uruguay un experimento con características similares en el que los registros de faena fueron adaptados los procesos industriales más frecuentes de Uruguay.

La información recabada habilita la realización de análisis con objetivos diversos. En el presente trabajo se describe el experimento y se abordan tres objetivos:

- 1) Estudiar la relación entre la información *in vivo* y la posmortem con el rendimiento industrial de la canal (cortes comerciales).
- 2) Estudiar la evolución de las variables de peso vivo y composición corporal en fase final de invernada.
- 3) Analizar el efecto de la existencia de estándares para el producto final - y precios asociados a ellos - sobre el valor industrial de las canales; y desarrollar sistemas de agrupamiento de animales y canales en función del valor final del producto por ellas generadas.

II. EL EXPERIMENTO

El experimento involucró a 120 novillos, de estos, 60 novillos de la raza Hereford fueron aportados por la Sociedad de Criadores de Hereford del Uruguay (SCHU), los que se dividieron en dos lotes de engorde sobre pasturas de 30 animales cada uno. Uno de estos lotes se engordó en la Central Kiyú (SCHU) y el otro en la Sociedad Rural de Durazno (SRD). Dichos ensayos se enmarcan en las actividades del convenio INIA-ARU-SCHU. Los restantes 60 animales fueron aportados por la Asociación Uruguaya de Productores de Carne Intensiva Natural (AUPCIN), y engordados a corral en los establecimientos de Avícola Tala y El Carmen, ambos asociados a AUPCIN. Los animales fueron adquiridos por los establecimientos mencionados, siendo 50 Hereford y 10 cruce Hereford*Angus.

Los novillos pertenecientes a los sistemas de engorde a pasturas ingresaron al ensayo con una edad promedio estimado de 8 meses pos destete. Los engordados a corral fueron de sobre año (15 a 18 meses). La distribución de edades de faena aproximadas se puede ver en el Cuadro 1, donde se presenta la distribución de los novillos faenados según dentición.

La actividad experimental consistió en recabar información periódica de ultrasonido, peso de campo (PLL) y altura al anca. La frecuencia con se realizó las determinaciones fue quincenal en corrales de engorde y mensual en pasturas. Las determinaciones de ultrasonido fueron: área de ojo del bife entre la 12^a y 13^a costilla (AOBu), profundidad de tejido muscular en el anca (PROF), el espesor de grasa subcutánea entre la 12^a y 13^a costilla (EGSu) y espesor de grasa depositado sobre el cuadril (P8).

Posteriormente, los animales fueron faenados y desosados en los frigoríficos PUL y Tacuarembó. El punto de faena fue determinado de forma tal que el lote tuviera un EGSu promedio de al menos 5 mm. La faena y desosado se desarrollaron con el apoyo del personal de los frigoríficos Tacuarembó y PUL y bajo la supervisión de técnicos de INAC e INIA, correspondiendo esta actividad a las desarrolladas en el marco del convenio INIA-INAC.

En balanza del frigorífico se determinó el peso vacío individual (PV); durante la faena se registró: peso de canal caliente (PC), conformación y terminación según el sistema de tipificación de canales vacunas de INAC. Luego de las primeras 12 horas de frío, se procedió al cuarteo, determinándose: la cobertura de grasa sobre el bife entre la 10^a y 11^a costilla (EGSf), el área de ojo del bife entre la 10 y 10^a costilla (AOBf), el peso del corte pistola (PISTOLA) y el pH del *Longissimus Dorsi*.

Luego del cuarteo las canales fueron desosadas, correspondiendo el protocolo a un desosado del trasero para la producción de cortes Hilton estándar Inglaterra, y del delantero para la producción de asado completo en mantas más los 9 cortes de Israel.(Ritual Kosher). En el desosado se determinó el peso de los cortes comerciales, los recortes de carne y grasa y el de los huesos remanentes.

Conocida la cobertura de grasa de la canal, el pH y el calibre de los cortes del trasero, éstos fueron clasificados de acuerdo al cumplimiento (o no) de estándares de mercado. En el caso de los cortes del Rump & Loin, se consideró como requerimientos para el mercado inglés: pH < 5.8, EGSf > 5 mm, lomo > 1.36 kg y Bife > 3.5 kg. (G. Cánepa, Com. Pers.)

III. INFORMACIÓN DESCRIPTIVA DEL EXPERIMENTO

La información se presenta por origen identificándose cada uno de ellos según el sistema de alimentación (con C los corrales de engorde y con P la pastura) y un código que identifica a cada uno de los orígenes dentro de sistema de alimentación (1 y 2).

III.1. En campo

La etapa de engorde varió entre un mínimo de 105 días en C2 y un máximo de 260 días en P1; el peso inicial promedio de los animales del lote, entre un mínimo de 262 kg (P2) y un máximo de 321 (C2). Los niveles de ganancia diaria fueron de moderadamente altos a altos, con un mínimo de 644 gr./ animal/ día (C1) y un máximo que superó el kilogramo (1202 gr./animal/día) en C2. Se faenaron animales de dentición incompleta, existiendo sin embargo diferencias: mayor presencia de animales más jóvenes en los lotes terminados en pastura.

Cuadro 1. Descripción de los grupos de engorde

	Duración ^{1/} (días)	Peso inicial (kg.)	Peso final (kg)	Ganancia (gr./día)	Dentición a faena		
					DL (%)	2D (%)	4d o + (%)
PROMEDIO							
Pastura 1	197	296	442	750	63	37	0
Pastura 2	259	262	466	783	63	37	0
Corral 1	170	320	428	644	14	39	47
Corral 2	105	321	444	1202	0	48	52
Todos	-----	-----	445	-----	35	40	25
C. DE VARIACIÓN (%)							
Pastura 1	-----	9.3	5.8	17.5	-----		
Pastura 2	-----	12.0	8.2	13.9	-----		
Corral 2	-----	6.9	7.2	22.7	-----		
Corral 2	-----	5.7	5.5	13.2	-----		
Todos	-----	-----	7.4	-----	-----		

1: Para todos los animales del lote tuvo igual duración.

Se destaca una elevada homogeneidad, tanto de peso inicial como final en C2 y una heterogeneidad de peso inicial que fue máxima en P2.

A medida que avanzó el período de engorde se observó una tendencia a la reducción de la heterogeneidad del lote para todas las variables relevadas (peso, altura, AOBu, PROF, EGSu, P8), consecuencia de que, dentro de sitio de engorde, animales con mayor desarrollo inicial realizaron menores tasas de ganancia (Cuadro1). Ello encuentra una explicación biológica clara: animales que al inicio tuvieron mayor peso y/o grado de engrasamiento, destinan una porción más elevada de la dieta al mantenimiento y menor al crecimiento y deposición de grasa.

III.2. Comportamiento en la faena

La P2 fue el origen que, en promedio, faenó animales de mayor peso canal, aún cuando todos los animales de este lote fueron de dos o menos dientes permanentes. Le sigue C2 que también faenó animales con elevado peso canal, pero en este caso mayor nivel de terminación. La P1 se destaca por haber faenado los animales de menor peso canal y menor terminación.

Cuadro 2. Resultados obtenidos en la faena y desosado del trasero

	Peso canal (kg)	EGSf (mm)	Terminación (%)			Conformación (%)			C. Pistola (kg)	Rump & Loin 1/	
			1	2	3	N	A	C		Kg	%2/
PROMEDIO											
Pastura 1	207.8	4.7	13	87	0	0	10	0	44.7	7.7	7.4
Pastura 2	248.6	8.6	0	10	0	6	40	0	51.4	9.5	7.7
Corral 1	217.8	7.9	7	82	11	4	93	4	45.7	7.7	7.1
Corral 2	229.6	10.0	0	76	24	2	73	3	47.5	8.9	7.7
Total	226.1	7.8	5	86	9	2	76	2	47.3	8.5	7.5
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)											
Pastura 1	6.3	40.7	-----			-----			6.1	6.7	3.3
Pastura 2	9.2	27.6	-----			-----			9.3	10.2	4.0
Corral 1	7.0	49.4	-----			-----			8.8	7.9	4.3
Corral 2	6.0	34.7	-----			-----			6.1	7.3	6.8
Total	10.0	45.6	-----			-----			9.4	12.5	5.7

1: De la media res izquierda.

2: En la media res izquierda.

El EGSf presenta niveles de heterogeneidad intra e inter origen notoriamente más elevados que las demás variables (Cuadro 2).

El análisis conjunto de las variables EGSf y PC permite observar una tendencia: a igualdad de peso canal se registraron mayores niveles de EGSf en animales terminados a corral. Obsérvese que en P2 se faenaron animales más pesados que en C2, sin embargo este último alcanza mayores niveles de engrasamiento. Igualmente, P1 faeno animales de similar peso canal que C1 pero este último presentó mayores niveles de EGSf¹.

Los orígenes que faenaron animales de mayor peso canal fueron también los que alcanzaron mayor peso en los cortes de más valor. Por tratarse de lotes relativamente homogéneos (biotipo, sexo y edad), no aparecen grandes diferencias en la distribución del peso en los diferentes componentes de la canal. La excepción la constituye C2 donde

¹ Un análisis no incluido en esta publicación mostró que los animales engordados en pasturas, a igualdad de peso canal, tuvieron 1.8 mm de grasa menos que los de engorde a corral.

la mayor variabilidad del porcentaje de Rump & Loin en la canal puede atribuirse a que se trata del único lote que incluyó animales cruza.

IV. PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO INDUSTRIAL DE NOVILLOS Y CANALES.

IV.1. Introducción

Se plantean dos potenciales usos de la información que relaciona las variables medibles *in vivo* y/o en la canal con las variables de rendimiento industrial:

a) Disponer de modelos para, a partir de variables medibles en la canal, estimar el rendimiento en cortes de novillos y/o canales de novillos permitiría:

- agrupar, a efectos de su procesamiento industrial, las canales en función del tipo de cortes que se espera produzcan,
- establecer criterios de pago basados en el potencial de una canal para la producción de determinados cortes.

b) Disponer de modelos que, a partir de variables medibles *in vivo*, nos permitan estimar el calibre y/o EGSf de ciertos cortes permitiría la definición de punto final de engorde de forma tal de asegurar que un elevado porcentaje de los novillos, una vez faenados, cumplan los estándares de producto final deseado.

IV.2. Metodología

Se realiza un análisis preliminar de la relación existente entre las variables usadas como predictores (las medibles *in vivo* y las medibles en la canal) con las de los cortes (calibre, grasa, etc.) mediante el análisis de correlaciones.

Se presentan posteriormente regresiones lineales que incluyeron como predictores a las variables medibles *in vivo* (el día previo a la faena) y *pos mortem* (en la línea de faena y el cuarteo). Las variables de respuesta fueron: peso del corte pistola, peso de los 7 cortes valiosos del trasero², peso del Rump & Loin, peso del Bife, peso del Lomo y peso del Cuadril sin tapa.

Se evalúa la capacidad predictiva de los modelos mediante el coeficiente de determinación y error estándar del modelo, y el aporte de cada variable mediante la significancia de su coeficiente de regresión (probabilidad que el coeficiente de regresión de la variable en el modelo sea igual a cero).

² Lomo, Bife, Cuadril sin Tapa, Tapa de Cuadril, Peceto, Nalga de Adentro y Nalga de Afuera.

IV.3. Resultados

IV.3.1. Análisis de correlaciones

El cuadro 3 muestra la correlación registrada entre las variables definidas como predictores y las definidas como de respuesta. En el cuadro anexo 1 se presentan las correlaciones entre la totalidad de las variables.

Dentro de las variables de peso, hay un aumento de la correlación entre las variables definidas como predictores (las medibles *in vivo* y/o en la carcasa y el cuarteo) y las definidas como de respuesta (peso de el/los corte/s) a medida que pasamos del peso

lleno, al vacío y de éste al peso canal; lo que destaca la importancia de la consideración de este último en los sistemas de valoración. El corte pistola muestra similar correlación con el peso de los cortes de valor que el peso canal. A priori, esto desalentaría su consideración en un eventual sistema de valoración, no obstante debe considerarse que la muestra no involucra fuentes de variación tales como el sexo, biotipo o edad, las variables que mayormente alteran la relación pistola/res.

Cuadro 3. Correlación registrada entre las variables predictoras y las de respuesta.

	Corte Pistola	Cortes Valiosos	Rump & Loin	Bife	Lomo	Cuadril S/ tapa
Peso lleno	0.83014	0.76952	0.67972	0.60288	0.71731	0.59777
Peso Vacío	0.90795	0.84715	0.76971	0.73123	0.75954	0.63931
Peso Canal	0.95364	0.92036	0.88387	0.84145	0.82766	0.7546
C. Pistola		0.9367	0.86668	0.78459	0.84902	0.77762
EGSu	0.25568	0.20839	0.30473	0.47186	0.13189	0.08494
EGSf	0.15639	0.15147	0.24679	0.41151	0.09786	0.03263
AOBu	0.68847	0.71293	0.7652	0.78868	0.62907	0.61312
AOBf	0.36365	0.43815	0.43931	0.48682	0.36122	0.3044

NOTA:- negrita: diferentes de cero con $p < 0,01$; en negrita cursiva $p < 0,05$; letra clara no cursiva $p \geq 0,05$.

- Cortes valiosos incluyen los 6 cortes valiosos del trasero (lomo, bife, cuadril, tapa de cuadril, nalga de adentro y nalga de afuera).

- Rump & Loin incluye lomo, bife y cuadril sin tapa.

El AOBu, le sigue a las variables de peso en su correlación con los cortes. Se destaca que en todos los casos fue muy superior la correlación del área de ojo de bife medida por ultrasonido que la medida con acetato en el frigorífico, lo que indica claramente que este último no puede ser considerado un estándar a efectos de evaluar la técnica de ultrasonido, tanto por el hecho que, en la determinación del AOBf se cometen errores que pueden aún superar los de AOBu, como por el hecho que ambas determinaciones fueron desarrolladas en espacios intercostales diferentes (12-13 vs. 10-11).

Las variables de grasa (EGSu y EGSf) muestran en general baja correlación con el peso de los cortes, la correlación es algo más elevada en aquellos cortes que van con cobertura de grasa (bife y cuadril). No obstante, la eventual inclusión de las variables de grasa en los sistemas de valoración no se justifica por su aporte a la predicción del peso de los cortes sino por el hecho que, como se analiza posteriormente en esta publicación, la propia variable define estándares de calidad.

IV.3.2. Análisis de regresión: estimación de secciones de la canal y cortes a partir de variables medibles en la línea de faena y el cuarteo

Se ajustaron modelos lineales para la predicción de cortes a partir de variables medibles en la línea de faena y el cuarteo

El cuadro 4 muestra los resultados de los modelos ajustados para predecir el peso del corte pistola, de los siete cortes valiosos del trasero y del Rump & Loin.

Cuadro 4. Modelos para la predicción de secciones y conjunto de cortes

	CORTE PISTOLA (kg)		CORTES VALIOSOS *(kg)		RUMP & LOIN** (kg)	
Modelo						
r^2	0.919		0.874		0.799	
E. Estándar(kg)	1.308		0.898		0.482	
C. de Var. (%)	2.770		3.710		5.730	
Sig.	<.0001		<.0001		<.0001	
Parámetros						
	Estima- ción	Sig.	Estima- ción	Sig.	Estima- ción	Sig.
Intercepto	3.873	.0058	-0.764	.9354	-1.394	.0070
P. Canal (kg)	0.188	<.0001	0.091	<.0001	0.367	<.0001
AOBf (cm2)	0.026	.3410	0.083	<.0001	0.015	.0027
EGSf (mm)	-0.072	.0550	-0.033	.1973	0.305	.2941
Dentición	-----	.0182	-----	.1030	-----	.7922
0	0.875		0.483		0.087	
2	0.143		0.143		0.400	
4	0.000		0.000		0.000	

* Lomo, bife, cuadril s/tapa, nalgas, peceto, tapa cuadril.

** Lomo, Bife, Cuadril s/tapa

La capacidad predictiva de los tres modelos fue elevada. Los modelos ajustados permiten estimar el peso del conjunto de cortes elegidos con un error de estimación reducido, aunque este aumenta a medida que vamos a estimaciones de conjuntos de cortes más pequeños. En el mismo sentido se registra una reducción del coeficiente de determinación.

El peso canal realiza un aporte altamente significativo a cualquiera de los modelos, lo que reafirma la importancia de su consideración en los sistemas de valoración.

El AOBf realizó un aporte significativo cuando se trata de predecir cortes del trasero sin hueso, no así en el caso del corte pistola, lo que es coherente con el hecho que la variable no mide hueso.

El EGSf no realizó un aporte significativo en ninguno de los modelos, no obstante, debe tenerse en cuenta que esta variable tiene importancia por si misma debido a que la cobertura de grasa es una de las variables utilizadas en la definición de estándares de mercado.

La dentición, en los rangos evaluados, no realiza un aporte significativo, con excepción del caso del modelo para la estimación del peso del corte pistola.

Cuando, en lugar de utilizar como predictores al AOBf y EGSf se utilizó AOBu y EGSu (ver cuadro anexo 2) los resultados mejoraron: aumentó el poder predictivo del modelo y se redujo la significancia de los parámetros en cuestión, todo lo cual plantea nuevamente que en la determinación de AOBf y EGSf se está incurriendo en errores más relevantes que los que se pueden cometer en la determinación de las mismas variables por ultrasonido.

El cuadro 5 presenta los resultados de los modelos ajustados para predecir el peso de los cortes del Rump & Loin.

Cuadro 5. Modelos para la predicción del Bife, Lomo y Cuadril.

	LOMO (kg)		BIFE (kg)		CUADRIL SIN TAPA (kg)	
Modelo						
r^2	0.745		.789		.598	
E. Estándar (kg)	0.105		.260		.256	
C. de Var. (%)	6.110		6.320		9.900	
Sig.	<.0001		<.0001		<.0001	
Parámetros						
	Estima- ción	Sig.	Estima- ción	Sig.	Estima- ción	Sig.
Intercepto	-.1283	.2473	-.721	<.0001	-.545	.0452
P. Canal (kg)	.0067	<.0001	.018	<.0001	.013	<.0001
AOBf (cm2)	.0066	.0030	.016	.0038	.008	.1312
EGSf (mm)	-.0030	.3141	.031	.0001	-.013	.0744
Dentición	-----	.0011	-----	.1237	-----	.1791
0	.1073		-.140		.120	
2	.0592		-.056		.037	
4	.0000		.000		.000	

Nuevamente se destacan elevados coeficientes de determinación (r^2), y errores estándar relativamente bajos. No obstante, el coeficiente de determinación se reduce y los coeficientes de variación aumentan con relación a los de los modelos ajustados para la predicción de set de cortes. Se confirma así la tendencia de reducción de la capacidad predictiva a medida que vamos desde grandes secciones de la canal hacia set de cortes o cortes individuales.

Nuevamente, el peso canal realiza un aporte significativo a la estimación de cada uno de los cortes elegidos. También se confirma el hecho que la dentición, en los rangos evaluados, no realiza un aporte significativo a la predicción de peso de cortes.

El AOBf realiza un aporte significativo a la estimación del lomo y el Bife, no así del cuadril. En el caso del bife, la razón que justifica el aporte es clara, se trata de una medida directa del músculo en cuestión; en el del lomo, esta medida aporta a la predicción pues considerada en conjunto en el modelo con el peso canal permitiría ajustar a éste según la relación músculo / canal (obsérvese que el lomo es un corte que no incluye hueso ni grasa subcutánea, lo que se expresa en el signo de los coeficientes del modelo para el AOBf y el EGSf). En el caso del cuadril el menor aporte relativo del AOBf podría explicarse por el hecho que, no cumple ninguna de las condiciones mencionadas anteriormente, esto es, AOBf no es una medida directa del músculo y el corte incluye grasa subcutánea. Un análisis de la misma información, no incluido en la presente publicación, indica que la determinación de la profundidad de tejido muscular en el anca (PROF) - que es una medida más directa de la masa muscular del cuadril - realiza un mayor aporte a la predicción del cuadril que el AOB.

El aporte de EGSf a la predicción del lomo no es significativo, lo que se explica por que el corte no incluye grasa subcutánea. Su aporte es significativo en el caso del bife y en menor medida en el cuadril (.074), lo que es coherente con el hecho que ambos cortes incluyen cobertura de grasa subcutánea. El menor aporte relativo de EGSf a la predicción del cuadril en relación al bife se explica por dos razones: en primer lugar, la participación de la grasa subcutánea en el peso del bife angosto es mayor que la de la grasa de cobertura en el del cuadril sin tapa; en segundo lugar, ESGf mide directamente la grasa sobre el bife, en este sentido, P8, por ser una medida de cobertura de grasa sobre el cuadril, realizaría un mayor aporte a la predicción de este corte que la que realiza EGSf.

IV.3.3. Análisis de regresión: estimación de secciones de la canal y cortes a partir de variables medibles in vivo el día previo a la faena

El cuadro 6 presenta los resultados de los modelos para la predicción de la canal, secciones de ésta y set de cortes a partir de variables medibles *in vivo*. Estos modelos permitirían definir punto final en función del producto que se desea obtener.

Cuadro 6. Modelos para la predicción de secciones y set de cortes

	Canal (kg)		C. Pistola (kg)		C. Valiosos (kg)		Rump & Loin (kg)	
Modelo								
r^2	0.917		0.849		0.769		0.704	
E. Estándar (kg)	6.708		1.789		1.219		0.586	
C. de Var. (%)	2.970		3.784		5.021		6.943	
Sig.	<.0001		<.0001		<.0001		<.0001	
Parámetros								
	Estimación	Sig.	Estimación	Sig.	Estimación	Sig.	Estimación	Sig.
Intercepto	-37.082	<.0001	-2.083	.3146	-1.868	.1863	-2.161	.0018
P. Vivo (kg)	0.504	.1649	0.102	<.0001	0.047	<.0001	0.014	<.0001
AOBu (cm ²)	0.645	<.0001	-0.092	.4545	-0.179	.0353	-0.015	.7069
EGSu (mm)	0.936	.5164	0.138	.0040	0.152	<.0001	0.097	<.0001
Dentición	-----		-----	.1166	-----	.6417		.8728
0	1.992		0.937		0.178		0.034	
2	1.727		0.266		-0.076		-0.034	
4	0.000		0.000		0.000		0.000	

Se destaca el elevado coeficiente de determinación de los modelos. Nuevamente la capacidad predictiva (precisión y confiabilidad) se reducen a medida que pasamos de la predicción de la canal a la predicción de set de cortes. La comparación de la información del cuadro 6 con la del cuadro 4 - que involucra similares modelos pero utilizando información posmortem como predictores - permite concluir que la reducción en la capacidad predictiva de los modelos, comparando aquellos que incluyen como predictores variables *in vivo* con los posmortem, no es de gran magnitud. También a partir del comparativo de ambos cuadros se destaca que la contribución de las variables EGS y AOB es mucho mayor cuando no se dispone del peso canal.

Cuadro 7. Modelos para la predicción del Bife, Lomo y Cuadril.

	LOMO (kg)		BIFE (kg)		CUADRIL SIN TAPA (kg)	
Modelo						
r ²	0.645		0.724		0.518	
E. Estándar (kg)	0.123		0.297		0.282	
C. de Var. (%)	7.172		7.190		10.85	
Sig.	<.0001		<.0001		<.0001	
Parámetros						
	Estimación	Sig.	Estimación	Sig.	Estimación	Sig.
Intercepto	-0.213	.1357	-1.231	.0005	-0.717	.0293
P. Vivo (kg)	0.003	<.0001	0.006	<.0001	0.004	<.0001
AOBu (cm ²)	-0.014	.1050	0.041	.0465	-0.042	.0306
EGSu (mm)	0.011	.0010	0.053	<.0001	0.033	<.0001
Dentición	-----	.0656	-----	.2366	-----	.2795
0	0.080		-0.139		0.093	
2	0.042		-0.074		-0.002	
4	0.000		0.000		0.000	

La comparación del cuadro 5 y el 7, que contienen similares modelos pero basan la predicción en variables medidas posmortem e *in vivo* respectivamente, arrojan similares conclusiones a las ya señaladas: a) es posible contar con estimaciones precisas y confiables del peso de cortes de valor a partir de variables medibles *in vivo*, b) las variables EGSu y AOBu realizan un aporte más destacado cuando el indicador de peso es el peso vivo que cuando se dispone del peso de la canal³.

IV.4. Conclusiones

Es posible estimar con niveles elevados de precisión y confianza el peso de secciones y cortes de alto valor de la canal a partir de variables medibles en la línea de faena y el cuarteo. De tratarse de poblaciones homogéneas en lo que a sexo, biotipo y dentro de rangos de dentición como los evaluados (hasta 4 dientes), el peso canal resultó un excelente predictor del peso de las secciones y cortes de mayor valor. El aporte del AOBf en estas condiciones es reducido. El aporte de una medida de la profundidad de grasa subcutánea sobre el bife, fue en general reducido y dependiente del corte que se desea predecir. No obstante, esta determinación debería ser considerada habida cuenta de su importancia, *per-ser*, en la definición de estándares de calidad en cortes de alto valor.

³ Si bien los resultados no se presentan en esta publicación, los análisis realizados indican que la contribución es aún más importante cuando no se dispone de peso vivo vacío y se utiliza peso vivo lleno como indicador del peso del cuerpo del animal.

Es posible estimar con niveles elevados de precisión y confianza el peso de secciones y cortes de alto valor a partir de variables medibles *in vivo* el día previo a la faena. Modelos de este tipo permitirían determinar punto final de engorde de forma de asegurar que una

alta proporción de los animales faenados cumplen los estándares de calidad deseados⁴. En este caso, cuando se desea formular una predicción con base en variables medibles *in vivo*, la consideración de variables musculares y de grasa, medibles por ultrasonido, realiza un aporte significativo a la confiabilidad y exactitud de la estimación. El aporte de las variables de ultrasonido a la predicción de cortes de valor en el caso de determinaciones *in vivo* nos indica la importancia económica de estos caracteres (AOBu, EGSu). La existencia de correlación genética entre estos caracteres en novillos y los mismos caracteres en los reproductores (Duello, 1993; Wilson & Willham 1998) resalta la importancia de la inclusión de los mismos en esquema de mejoramiento genético de ganado de carne.

⁴ Este mismo aspecto se trata más adelante en la publicación mediante el uso de análisis discriminante. La constatación que los modelos lineales realizan una buena predicción es importante a efectos del uso del referido análisis.

V. MODELOS REPRESENTATIVOS DE LOS CAMBIOS DE PESO Y COMPOSICIÓN CORPORAL EN FASE FINAL DE INVERNADA

V.1. Introducción

El ajuste de modelos representativos de los cambios de peso y los cambios en la deposición de tejidos durante la fase de invernada puede resultar útil a efectos de establecer estándares para animales que ingresan a la fase de invernada (formación de lotes de punta y cola). En efecto, si se desea producir cierto estándar de animal (determinado peso, AOB, EGS, etc.) y se conoce cómo evolucionan estas variables a lo largo del período final de engorde, dado un tiempo disponible para la terminación, es posible establecer estándares que nos permitan formar grupos de animales tales que, una vez finalizado el tiempo previsto para la invernada cumplan en una elevada proporción los estándares de producto deseado (cobertura de grasa, calibre de cortes, etc.). Esta información permitiría planificar el flujo de productos con una mayor seguridad, lo que habilitaría a una mejor coordinación de la etapa primaria e industrial. Por otra parte, el conocimiento del comportamiento de las variables de peso, musculares y de grasa, a lo largo de la invernada nos permitiría identificar punto final desde la perspectiva de la eficiencia de conversión de los alimentos.

La información disponible, si bien no permite el ajuste de curvas de crecimiento, sí nos da la posibilidad de realizar una primer aproximación al tema. Así, el objetivo del análisis que se presenta a continuación, es el de analizar el comportamiento del Peso de Campo (PLL), Área de Ojo del Bife medida por ultrasonido entre la 12ª y 13ª costilla (AOB), el Espesor de Grasa Subcutánea sobre el Bife en el mismo espacio intercostal (EGS) y la profundidad de grasa depositada sobre el cuadril en el punto P8 (P8).

V.2. Hipótesis principales

La representación del crecimiento a lo largo de la vida de un animal típicamente muestra un dibujo sigmoideo: al principio el crecimiento es algo lento, pasa por una etapa de aceleración y luego se va retardando hasta llegar al estado adulto (Blasco, A, 1999).

Nuestro caso es sensiblemente diferente al descrito por Blasco pues nos estamos concentrando en un período de la vida de los novillos: la fase final de invernada. Ello fundamenta la consideración de modelos diferentes a los citados por el autor. En el caso en estudio consideramos dos modelos alternativos: lineal, donde suponemos que los incrementos son constantes a lo largo de toda la fase de invernada y cuadrático, sostenido en la hipótesis que la tasa de crecimiento se reduce a medida que avanza la invernada. La consideración de estos dos modelos responde a la intención de representar la fase intermedia y/o la intermedia y final del modelo de crecimiento sugerido por el autor.

V.3. Metodología

Así, los modelos considerados fueron:

- Lineal: $y_{ij} = b_0 + b_1t_j + e_{ij}$
- Cuadrático: $y_{ij} = b_0 + b_1t_j + b_2t_j^2 + e_{ij}$

Donde:

- y corresponde a la ganancia absoluta (de PLL , AOB , EGS , $P8$) en el período j del animal i .
- b_0 , es la ganancia en el momento de inicio de la invernada,
- t_j el tiempo en el cual la ganancia y fue realizada, y,
- e_{ij} la diferencia entre la ganancia estimada para el animal i en el período j y la observada para ese mismo animal en ese mismo período.

Por hipótesis: b_0 no debería diferir de cero; b_1 debería ser mayor que cero y b_2 menor que cero representando así la existencia de incrementos marginales decrecientes.

Se ajustaron modelos lineales y cuadráticos donde la variable dependiente fue la ganancia absoluta realizada para cada una de las variables (PLL y las de ultrasonido) en diferentes momentos del engorde y la independiente el tiempo de engorde. Se evalúan los modelos cuadrático y lineal mediante la comparación del error estándar de estimación y el coeficiente de determinación. Finalmente, se analizan los resultados de los parámetros del modelo cuadrático (significancia y signo de las estimaciones).

V.4. Resultados

Los Cuadros 1 y 2 presentan la duración del período de engorde, ganancia total y producto final según sitio de engorde.

En el anexo de gráficos se presenta la evolución de cada una de las variables en cada uno de los sitios de engorde. En el gráfico 1 se presenta la evolución de PLL , AOB , $EGSu$ y $AOBu$ y $P8$ para cada uno de los sitios de engorde.

En ninguno de los sitios aparecen grandes variaciones en las ganancias de peso eventualmente asociadas a cambios en el suministro de alimentos (calidad y/o cantidad de la dieta ofrecida). Por el contrario, se trató de ambientes estables y bastante controlados. En términos generales, con la excepción de $P2$, los gráficos sugieren que los incrementos en casi todas las variables se ajustan a un modelo lineal.

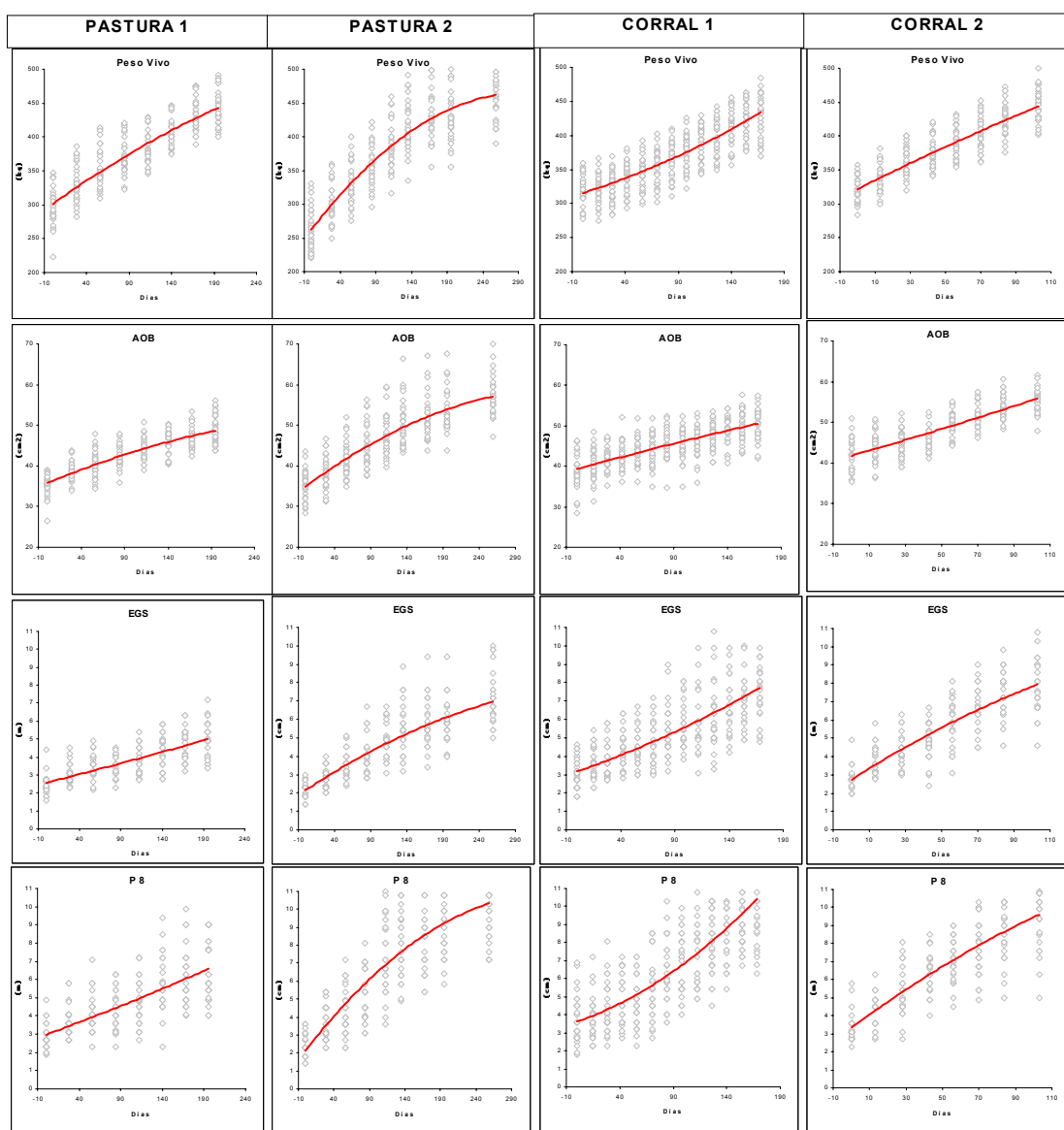


Gráfico 1. Evolución de peso y variables de ultrasonido según sitio de engorde.

El cuadro 8 compara los resultados obtenidos al ajustar modelos lineales y cuadráticos a las variables monitoreadas dentro de cada sitio de engorde.

Se destaca elevados coeficientes de determinación (r^2) para todas las variables en todos los sitios de engorde tanto para los modelos lineales como cuadráticos. Los elevados coeficientes de determinación nos indican que es posible realizar estimaciones relativamente confiables de la ganancia total (sea de peso como de variables musculares y/o de grasa) conocidas las condiciones nutricionales y el tiempo de engorde.

Cuadro 8. Coeficientes de determinación y error estándar según variable, tipo de modelo y sitio de engorde.

	COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (r ²)					
	Lineal	Cuadrático	Diferencia (Lineal = 100)	Lineal	Cuadrático	Diferencia (Lineal = 100)
	Pastura 2			Pastura 1		
Peso (kg)	0.876	0.923	105.37	0.810	0.814	100.49
AOB (cm ²)	0.833	0.856	102.76	0.748	0.748	100.00
EGS (cm)	0.735	0.745	101.36	0.648	0.648	100.00
P8 (cm)	0.776	0.802	103.35	0.635	0.635	100.00
	Corral 2			Corral 1		
Peso (kg)	0.924	0.925	100.11	0.845	0.851	100.71
AOB (cm ²)	0.763	0.763	100.00	0.595	0.596	100.17
EGS (cm)	0.796	0.801	100.63	0.632	0.635	100.47
P8 (cm)	0.754	0.757	100.40	0.686	0.699	101.90
ERROR ESTÁNDAR						
	Lineal	Cuadrático	Diferencia (%)	Lineal	Cuadrático	Diferencia (%)
	Pastura 2			Pastura 1		
Peso (kg)	23.38	18.40	78.70	22.58	22.41	99.25
AOB (cm ²)	3.06	2.85	93.14	2.46	2.44	99.19
EGS (cm)	0.89	0.87	97.75	0.59	0.59	100.00
P8 (cm)	1.35	1.28	94.81	0.90	0.91	101.11
	Corral 2			Corral 1		
Peso (kg)	11.35	11.34	99.91	15.86	15.56	98.11
AOB (cm ²)	2.53	2.53	100.00	2.90	2.90	100.00
EGS (cm)	0.86	0.85	98.84	1.08	1.08	100.00
P8 (cm)	1.17	1.16	99.15	1.41	1.41	100.00

En todos los casos los coeficientes de determinación de los modelos que representan el PLL fueron superiores a los que representan las variables musculares y de grasa medidas por ultrasonido.

Con la excepción de P1, donde el ajuste de un modelo cuadrático implicó una mejora de entre 2 y 5% en el coeficiente de determinación y una reducción del error estándar de entre 5 y 25%, el ajuste de un modelo cuadrático no es sustancialmente mejor que el de uno lineal.

Las diferencias de ajuste entre modelos cuadráticos y lineales deberían explicarse, o bien por el sistema de alimentación, o bien por la variable que se esté analizando o bien por la recría de los novillos. En primer lugar, invernadas basadas en dietas de gran concentración energética deberían redundar en una deposición de grasa más temprana y con un comportamiento lineal hasta niveles de engrasamiento más avanzados. Lo opuesto ocurriría bajo es suministro de dietas pobres en energía. En segundo lugar, siguiendo el modelo básico de deposición de tejidos, es de esperar que las variables musculares comiencen más

tempranamente, tanto la deposición como el enlentecimiento en la tasa de acumulación. Contrariamente, la grasa comenzaría a depositarse más tardíamente y continuaría depositándose a pesos del animal en los que el tejido muscular ha reducido la tasa de acumulación. Por último, la recría de los novillos que ingresan a la invernada jugaría un papel crítico en determinar el tamaño corporal a partir del cual empiezan a enlentecerse las curvas de acumulación de PLL, AOB y EGS. Recrías con restricción nutricional redundarían en una mayor edad del novillo al ingreso en la fase final de invernada, lo que retrasarían el inicio de la acumulación de grasa, la que ocurriría a edades y pesos más avanzados. Por el contrario, recrías intensivas determinarían una mayor acumulación de grasa a edades y pesos inferiores.

En nuestro caso, los resultados dependieron más del sitio de engorde que de la variable que se estuviera analizando. En efecto, casi todas las variables muestran un comportamiento lineal en todos los sitios de engorde excepto en la P2, donde todas las variables presentaron un mejor ajuste a un modelo cuadrático.

En la P1, el comportamiento lineal puede deberse a que los animales fueron faenados con escaso nivel de terminación.

En el caso de los dos corrales de engorde, si bien en términos absolutos los niveles de terminación son similares o aún más elevados que los de P2, el comportamiento lineal podría deberse, por una parte, a que la mayor calidad de la dieta asegura linealidad hasta mayores niveles de engrasamiento; y por otra a que eventuales restricciones en el crecimiento durante la recría (recuérdese que en estos sitios la reposición fue de entre 15 a 18 meses) puede haber determinado que los animales prolonguen la fase de crecimiento lineal (Drouillard et al. , 1991).

El cuadro 9 presenta los niveles de significación para los parámetros de los modelos cuadráticos.

Cuadro 9. Significancia para cada uno de los parámetros del modelo y signo de su estimación (entre paréntesis)

Modelo: Ganancia de (y)	Significancia por parámetro		
	Intercepto	Días	Días ²
Pastura 2			
Peso vivo	.9950	<.0001 (+)	<.0001 (-)
AOJ	.4781	<.0001 (+)	<.0001 (-)
EGS	.7841	<.0001 (+)	.0009 (-)
P8	.0585	<.0001 (+)	<.0001 (-)
Pastura 1			
Peso vivo	.1260	<.0001 (+)	.0357
AOJ	.2004	<.0001 (+)	.0148
EGS	.1855	<.0001 (+)	.6920
P8	.2759	<.0001 (+)	.5784
corral 2			
Peso vivo	.4981	<.0001 (+)	.2054
AOJ	.7859	<.0001 (+)	.9432
EGS	.8376	<.0001 (+)	.0255
P8	.9062	<.0001 (+)	.0841
C1			
Peso vivo	.0195	<.0001 (+)	<.0001 (+)
AOJ	.0334	<.0001 (+)	.3670
EGS	.5854	<.0001 (+)	.0730
P8	.4606	<.0001 (+)	<.0001 (+)

NOTA: En todos los casos los modelos fueron altamente significativos (p <.0001)

La significancia para el intercepto nos indica si rechazamos o no la hipótesis de que el intercepto es igual a cero. El intercepto en este caso representa el valor de la variable al inicio del engorde (ganancia total de *PLL*, *AOB*, etc.). En acuerdo con lo planteado en la hipótesis, en todos los casos se rechaza el intercepto diferente de cero.

La significancia para la variable días nos indica si rechazamos o no la hipótesis de que esta variable presenta un coeficiente de regresión igual a cero. Si la rechazamos, el modelo nos indica que el la ganancia total de *PLL*, *AOB*, etc. esta explicada en forma significativa por los días en engorde. Como era de esperar, en todos los casos la variable días en engorde realizó un aporte altamente significativo a la predicción de las variables en estudio (ganancia de *AOB*, *EGS*, *PLL*, etc.).

La significancia para el término cuadrático (días al cuadrado) nos permite evaluar el aporte de considerar un modelo cuadrático respecto a uno lineal. El análisis de lo que sucede con la variable días² (días al cuadrado) arroja conclusiones similares a las ya extraídas a partir

de comparar el ajuste de modelos lineales y cuadráticos: se rechaza la hipótesis de que el coeficiente de regresión para el término cuadrático sea igual a cero en

P2, y en C1 en el caso de las variables ganancia de PLL y de P8. En el resto de las variables y sitios la hipótesis no es rechazada, indicando comportamiento lineal. Esto implica que, para los pesos de faena manejados en los sitios mencionados no ocurrió un entortecimiento de la acumulación del tejido.

V.5. Conclusiones

La información recabada nos permite una primera aproximación a la representación del crecimiento en fase final de invernada en diferentes condiciones productivas.

Los análisis realizados indican que en términos generales existe un comportamiento lineal, tanto para las variables de peso como para las musculares y de grasa, no obstante lo cual en algunos sitios de engorde y para algunas variables se registró un ajuste algo superior para un modelo cuadrático. El carácter lineal del crecimiento sería consecuencia del peso y grado de terminación a los que se faenaron los animales en los sistemas de producción analizados, así como de lo acotado del período analizado.

Para el caso estudiado, aparecen algunas diferencias en el comportamiento de las variables en engorde a Corral y Pasturas, se observan indicios que el comportamiento lineal tiende a prolongarse en condiciones de alimentación de engorde a corral. Esto puede explicarse por una parte por el tipo de recría que tuvieron los animales engordados a corral (mas restricción), y por otra a una mayor calidad de la dieta ofrecida y/o a la interacción de ambas. Mientras la primera de las explicaciones no puede atribuirse al sistema de alimentación, la segunda sí.

VI. CLASIFICACIÓN DE CANALES Y NOVILLOS EN FUNCIÓN DE GRUPOS DE VALOR

VI.1. Introducción

Los mercados suelen medir y premiar la calidad bajo la forma de estándares. Un ejemplo, de importancia para la cadena cárnica uruguaya, son los estándares para los cortes del Rump & Loin (Bife, Lomo y Cuadril) que Uruguay exporta a la Unión Europea. Los mismos consisten en niveles mínimos de pH y calibre (peso del corte), junto con un límite mínimo y máximo de grasa de cobertura⁵. Del estándar al que pertenezcan los cortes depende críticamente el precio al que se accede⁶; si el corte no da el estándar, éste debe ser comercializado en un mercado de menor precio.

Esta variación del precio del corte asociada a estándares de calidad se traslada al valor industrial de la canal. Nos referimos al valor industrial de la canal, entendiendo por el mismo a la suma del valor bruto de producción industrial (ingreso por la venta de la totalidad de los productos y subproductos obtenidos a partir de ella) menos los costos directos de manufactura industrial (incluyendo en estos costos los financieros y los de oportunidad) (Dolezal, H. G., 1999).

Si algunos de los productos generados por la canal se comercializan bajo estándares, esto es, si los precios varían sustancialmente de acuerdo a las características del producto, es posible que un análisis del valor bruto o neto de la canal por kg, puede mostrar la existencia dos o más grupos de canales de diferente valor unitario (U\$/Kg), correspondiendo cada uno de ellos a canales que dan o no cortes dentro de los estándares⁷. El número de grupos de valor, así como las diferencias entre grupos, dependerá críticamente de la cartera de negocios manejada por la industria.

La clasificación de animales y canales en función de esos grupos en diferentes puntos de la cadena (diferentes momentos en la vida del producto: novillo de reposición, novillo pronto para faena, canal, etc.) resulta relevante para diferentes objetivos:

1. **En esquemas de integración vertical**, aquellos donde la misma empresa participa de la fase primaria y la industrial⁸, es importante traducir la información de estándares de cortes a estándares de canal y a estándares de animales prontos para faena (punto final) para lograr que un elevado porcentaje de éstos al ser faenados produzca canales, y finalmente cortes, dentro de los estándares de mayor precio.

⁵ A modo de ejemplo, en el caso del Reino Unido, el estándar implica: que el lomo supere 1,36 kg, el bife 3,5 kg, pH igual o inferior a 5,8 y cobertura de grasa sobre el bife y cuadril entre 5 y 12 mm.

⁶ El precio por kilogramo llega a presentar variaciones de un hasta un 300% en el caso del bife y 50 % en el caso del lomo (en ambos casos comparando los estándares extremos).

⁷ La situación puede ser más compleja: por un lado por la existencia de más de un estándar y precio asociado para cada corte; por el otro, puede que la definición comercial de estándares conduzca a que ciertas canales dan todos los estándares, otras dan algunos pero otros no y otras no den ninguno.

⁸ Tal el caso de AUPCIN en Uruguay.

2. **En esquemas no integrados**, pero con un grado de coordinación importante, la identificación de las canales de alto valor unitario es clave para el ajuste de sistemas de pago que, reconociendo el verdadero valor de la canal, generen señales de mercado (Ward et al, 1999b). Por su parte, para el productor, la traducción de estándares de canal a estándares de animales *in vivo* es clave para la definición del punto final, para así lograr que un elevado porcentaje de los animales que remite pertenezcan a los estándares de canal de mayor precio.
3. **En ambas situaciones**, esquemas integrados y no integrados, la clasificación anticipada de animales en etapa final de engorde en función de los estándares de novillo (pronto para la faena) deseado es clave para que la formación de lotes de punta y cola se realice en forma eficiente y permita la planificación de ventas.

VI.2. Objetivos

VI.2.1. Generales

El objetivo general es de presentar una propuesta metodológica para abordar la problemática de la diferenciación de una población de novillos, canales, etc. en función de grupos de valor. Esta metodología, de ser considerada válida por los actores en cuestión, podría ser aplicada para el ajuste de sistemas de segregación de novillos y canales de negocios concretos.

VI.2.2. Intermedios

1. Analizar, para una estructura de negocios definida, la distribución del valor industrial de canales de novillos jóvenes y las variables asociadas a su dispersión.
2. Cuantificar el grado de efectividad con que es posible predecir el grupo de valor al que pertenecerá la canal en diferentes puntos de la cadena.
3. Cuantificar el aporte relativo de variables musculares y de grasa (área de ojo del bife y cobertura de grasa sobre el bife) a la clasificación de canales y animales en diferentes puntos de la cadena.

VI.3. Metodología

VI.3.1. Descripción genérica

En su conjunto, la metodología propuesta integraría los siguientes pasos:

1. Identificación del pool de negocios de la industria (el conjunto de productos que vende, las especificaciones técnicas que los definen, los precios y costos directos asociados a los productos),
2. Definir un protocolo de desosado que recoja las variables incluidas en las especificaciones técnicas usadas por los mercados para definir estándares y las variables que determinan el rendimiento físico en producto.

3. Definir la población de animales y canales a las que se piensa aplicar el sistema (rango de peso, edad, sexo, grado de terminación, etc.),
4. Diseñar un ensayo que, representando la variabilidad de la población objetivo, registre: a) las variables que posteriormente serán utilizadas para segregar animales y/o canal (peso vivo, peso canal, cobertura de grasa, área de ojo del bife, etc.), b) las variables que definen el rendimiento físico del producto y c) las que determinan la pertenencia a estándares (peso individual del corte, pH, cobertura de grasa, etc.).
5. Ajustar, basado en técnicas estadísticas apropiadas, sistemas de clasificación.

VI.3.2. Descripción específica de la metodología usada en el presente estudio

Identificación de la cartera de negocios

Genéricamente, la cartera de negocios considerados incluyó:

Israel (los 9 cortes Kosher del delantero),
Unión Europea dentro de cuota (bifes, lomos y cuadril que cumplieran con el estándar de calibre y grasa Inglaterra),
Unión Europea fuera de cuota (cortes del trasero – sin incluir Rump&Loin- con calibre y cobertura de grasa adecuados al mercado),
Mercado interno (cortes del trasero rechazo de la Unión Europea y cortes del trasero que se comercializan a mejor precio en el mercado interno).

Definición de la población de novillos a clasificar

La población de novillos analizada corresponde a novillos de dentición incompleta comúnmente conocido en el mercado de hacienda como “novillo para la exportación”. La descripción de la población de novillos analizada se presenta en el cuadro 1.

Definición de un protocolo de desosado y valoración de cortes

Se siguieron las prácticas de desosado tipo “Inglaterra+Israel”, que implican el desosado completo del trasero y del delantero para la venta de los 9 cortes Kosher y el asado completo en mantas.

El Cuadro 3 del anexo muestra la tabla de precios utilizada y las especificaciones técnicas seguidas para definir los estándares.

Los precios de los cortes fueron estimados a partir de información proporcionada por INAC para el año 2000 (Abraham, com. pers.) y por informantes calificados de la industria.

El delantero fue valorado a precio único (delantero completo en mantas según la definición de INAC). Los recortes de grasa, la carne chica y los huesos, al no disponerse de información de INAC, se valoraron según información proporcionada por informantes calificados.

En algunos cortes del trasero (Nalga de afuera, Bola de lomo, garrón, tortugita) se asumió que no existían estándares ni variaciones de precio asociadas a ellos, así, se los valoró a partir de la referencia proporcionada por INAC para cada uno de esos cortes (promedio de negocios de carne congelada y enfriada).

En otros cortes del trasero (lomo, bife angosto, cuadril con tapa, nalga de adentro), se asumió que la comercialización se realizaba de acuerdo a estándares, dependiendo el precio de venta del estándar al que perteneciera el corte. Con información proporcionada

por informantes calificados se definieron entre dos y tres estándares por corte, intentando representar cada estándar las exigencias de un mercado relevante para el corte en cuestión. El precio base (el del estándar menos exigente) se extrajo de INAC: reporte de precio para ventas de carne congelada de ese corte. Sobre ese precio se aplicaron sobrepuestos porcentuales como forma de representar los premios de mercado a los estándares de alta calidad. Los estándares utilizados se basaron en calibre del corte y cobertura de grasa. La no consideración del pH en los mismos, una variable importante en la formación del precio, responde a que éste no formaba parte de las variables cuyo efecto se deseaba analizar. Sin embargo, para la aplicación de la metodología propuesta se considera altamente relevante, dado que el pH determina la pertenencia de muchos cortes a estándares de mercado (Hilton, entre otros), la inclusión de esta variable en los sistemas de clasificación.

Finalmente, una vez determinado el valor bruto de producción industrial, se descontó un costo fijo de manufactura por canal⁹ (proporcionado por informantes calificados de la industria). Así se estimó el valor industrial total el que dividido entre el peso de la canal arrojó el valor unitario (VU).

A efectos de evitar problemas de interpretación de los resultados, todos los valores son expresados tomando como base un promedio ficticio de 1,2 dólares / kg canal.

VARIABLES UTILIZADAS PARA PREDECIR EL GRUPO DE VALOR

Éstas son las variables que de adoptarse el sistema serían medidas a nivel comercial a efectos de segmentar la población de novillos y canales en diferentes grupos de valor, en otros términos, se trata de los predictores del grupo de valor.

La tabla 1 resume las variables del experimento utilizadas en el presente análisis como predictoras del grupo de valor.

⁹ En una etapa más avanzada este tipo de estudios deberían considerar que, si bien parte de esos costos son fijos (faena, primer frío, cuarteo, etc.) los del deshoso, embalaje, etc. están asociados al estándar. En efecto, diferentes productos tienen diferentes costos directos en el segundo frío (congelado/enfriado), la preparación y los envases.

Tabla 1. Variables utilizadas para predecir el grupo de valor al que pertenecerá la canal.

	Punto de la Cadena en el que se realizó la determinación				
	Frigorífico		Campo		
	Balanza de ingreso	Faena y cuarteo	El día de embarque	2 meses previos al embarque	3 meses previos al embarque
Peso Canal (PC)					
Peso vacío (PV)					
Peso de campo (PLL)					
AOB_f					
AOB_u					
EGS_f					
EGS_u					

Análisis

Se procedió a segmentar la población de canales a partir de su VU intentando identificar grupos. Se realizó una primer aproximación gráfica y una segmentación posterior basada en la técnica de cluster, utilizando la técnica K-Means. En la medida en que se introduce una sola variable (VU) el resultado es la formación de n grupos, los cuales se forman maximizando la diferencia de media entre grupos.

Una vez identificado el grupo se procedió a ajustar sistemas de clasificación de canales y animales. El objetivo de estos sistemas fue, mediante variables medibles en la línea de faena o en el campo, intentar predecir a qué grupo pertenecerían las canales.

Los sistemas de clasificación fueron ajustados mediante el uso de la técnica de análisis discriminante. Esta técnica, a partir de una clasificación conocida (canales de diferentes grupos de VU, cluster en nuestro caso) selecciona variables (peso canal, peso vivo, etc.) predictoras de dicha clasificación. El análisis se basa en combinaciones lineales de las variables predictoras. Estas combinaciones se constituyen en las funciones discriminantes. Sobre la base de ellas, el método estima, para cada individuo un score discriminante. Los parámetros de las funciones son ajustados forma tal de maximizar las diferencias en los scores discriminantes entre grupos (SAS/STAT, 1989).

El resultado es la determinación de umbrales para el score discriminante que permite preclasificar a los individuos en función de categorías conocidas. En la medida en que el score discriminante surge de una función lineal cuyas variables independientes son las predictoras (peso vivo, AOB, peso canal, EGS), los umbrales pueden ser traducidos a valores críticos para ellas.

Los errores que se comete en una clasificación pueden medirse contrastando la predicción (clasificación basada en la variable predictora) con el verdadero grupo al que pertenece la unidad que se clasificó. Existen diferentes tipos de errores, en nuestro caso: se puede clasificar a una canal o novillo como perteneciente al grupo de alto valor y no

serlo, o se puede clasificar a un novillo o canal como de bajo valor cuando en realidad pertenece al grupo de alto valor.

Así, podemos diferenciar diferentes medidas de la efectividad de un sistema de clasificación: a) la global, que mide la totalidad de los errores que cometemos, y b) la específica con que el sistema de clasificación forma una de las categorías en cuestión (porcentaje de los clasificados como pertenecientes a una categoría que realmente lo fueron).

Se tomó al porcentaje de animales correctamente clasificados como medida del grado de efectividad global de las clasificaciones (Norusis, 1993).

Se midió la efectividad con que se forma el grupo “deseado” (canales de alto valor en nuestro caso) como el porcentaje de animales que habiendo sido clasificados como de alto valor efectivamente lo fueron. Este valor es importante pues, cuando uno de los grupos (selección / refugio) es más grande que el otro, puede ocurrir una alta efectividad global aún cuando el grado de efectividad con que se forma el grupo minoritario sea bajo. (Norusis, 1993).

Se analiza el aporte relativo de cada variable a la función discriminante mediante el análisis de los coeficientes de correlación canónica.

VI.4. Resultados

El gráfico 2 muestra la distribución de frecuencia según rango de valor unitario, se parecía la existencia de dos grupos de valor.

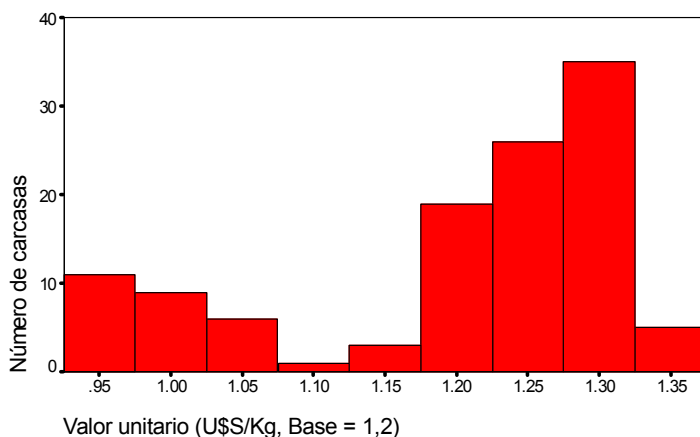


Gráfico 2. Distribución de frecuencias del valor unitario (Base=1,2 dólares/kg.)

El gráfico 3 muestra la relación existente entre el VU y el peso de la canal. Gráficamente se observa: a) se confirma lo recién señalado con relación a la existencia de dos grupos de valor; b) la pertenencia a los diferentes grupos no está determinada por el peso de la canal y c) el VU dentro de grupo presenta una tendencia creciente explicable por el hecho que se ha computado un costo fijo (por canal) de manufactura.

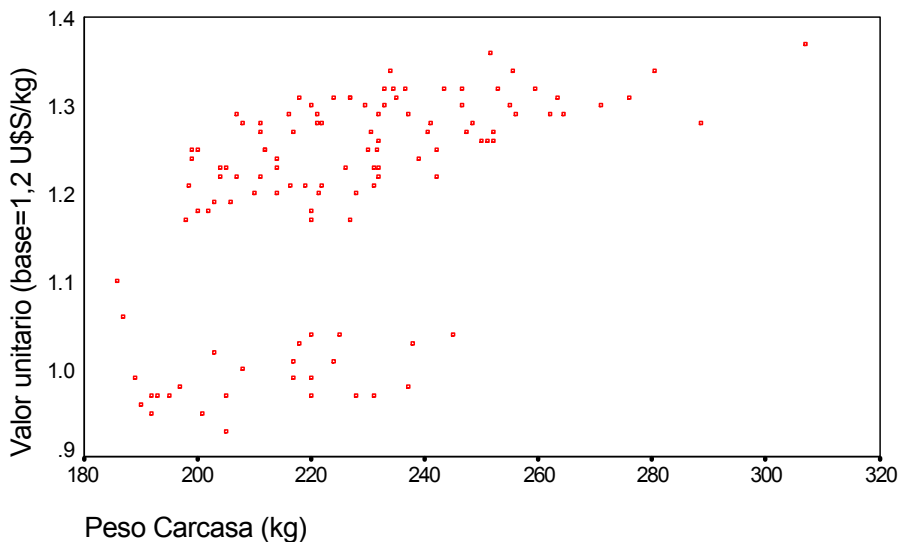


Gráfico 3. Relación entre el valor unitario y el peso de la canal.

Con el objetivo de cuantificar el efecto de la pertenencia al grupo de valor y del peso canal sobre el VU se ajustó un modelo lineal (GLM, SAS) donde la variable dependiente fue el VU, la clasificatoria la pertenencia al grupo de valor y la covariable el peso de la canal.

El coeficiente de determinación del modelo fue elevado (0,899) indicando que un elevado porcentaje de las diferencias de VU entre canales puede ser explicado por el peso de la canal y la pertenencia al grupo de valor. Tanto la variable clasificatoria como la covariable resultaron altamente significativas. La pertenencia al grupo explicó un 61% de las variaciones de VU y el peso de la canal un 29%. La estimación de los parámetros del modelo indica una diferencia de VU entre grupos de 20 centavos de dólar por kg de canal y un aumento de VU de 0,01 centavo por kg de canal, explicado fundamentalmente por la reducción del costo de manufactura por kg. de producto que ocurre a medida que aumenta el peso de la canal.

Estos resultados indican que, de ser posible pre-clasificar en forma efectiva las canales y/o animales según grupo de valor, es posible predecir el verdadero valor de la canal con un grado elevado de confianza. De aquí la importancia de contar con sistemas de clasificación que nos permitan segregar animales y/o canales según el grupo de valor al que se espera pertenezca la canal.

El cuadro 10 muestra la efectividad con que fue posible pre-clasificar canales / animales mediante la utilización de diferentes variables clasificatorias en diferentes puntos de la cadena.

En todos los puntos de la cadena fue posible alcanzar una alta efectividad de selección, esto es, un alto número de los individuos pre-clasificados dentro del grupo de alto VU finalmente dieron canales pertenecientes a ese grupo.

Cuadro 10. Efectividad de clasificación según momento de clasificación y variables utilizadas para clasificar.

MOMENTO / SISTEMA	Efectividad			Número de animales	
	Global	Selección	Rechazo	Evaluados	VU alto
POS MORTEM					
PC	66.1	88.9	34.6	115	63
PC + EGS _F	87.0	98.7	65.0	115	75
PC + AOB _F	61.3	83.6	34.0	111	61
PC + EGS _F + AOB _F	87.4	98.6	66.5	111	72
EL DÍA DE LA FAENA					
PV	56.5	82.8	29.8	115	58
PV + EGS _U	65.8	86.4	37.5	114	66
PV + AOB _U	73.7	89.0	46.3	114	73
PV + EGS _U + AOB _U	76.3	90.5	50.0	114	74
DÍA PREVIO A LA FAENA					
PLL	59.3	83.3	32.1	113	60
PLL + EGS _U	63.4	83.3	34.8	112	66
PLL + AOB _U	75.9	89.2	50.0	112	74
PLL + EGS _U + AOB _U	74.1	88.9	47.5	112	72
DOS MESES PREVIOS A LA FAENA					
PLL	55.3	81.4	27.3	114	59
PLL + EGS _U	60.9	86.2	32.1	110	58
PLL + AOB _U	63.8	87.5	36.73	105	56
PLL + EGS _U + AOB _U	63.8	88.9	37.25	105	54
TRES MESES PREVIOS A LA FAENA					
PLL	58.3	84.5	31.58	115	58
PLL + EGS _U	55.3	81.0	28.57	115	58
PLL + AOB _U	65.8	90.0	38.9	114	60
PLL + EGS _U + AOB _U	64.9	91.2	38.6	114	57

VI.4.1. Clasificación de canales con variables medibles en la línea de faena y el cuarteo

La efectividad de selección (porcentaje de canales clasificada como de alto valor que efectivamente lo fueron) en este punto de la cadena fue, en todos los sistemas considerados, elevada (en el menos efectivo alcanzó 84%).

El agregado de una medición de la cobertura de grasa en el momento del cuarteo permitió mejorar la efectividad de selección de 89 a 99% y la global de 66 a 87%. No ocurrieron importantes mejoras por la consideración de una medida del AOBf, lo que puede explicarse por el tipo de novillos evaluados. En efecto, al tratarse de un grupo relativamente homogéneo en lo que a sexo, edad y biotipo refiere, el peso de la canal es un excelente predictor del peso de los cortes.

El análisis de los coeficientes de correlación canónica entre las variables y la función discriminante confirman el elevado poder discriminante de EGSf (ver cuadro anexo 4).

VI.4.2. Clasificación en la balanza del frigorífico

En este caso, en lugar del peso de la canal se utilizó el peso de frigorífico (peso vivo con desbaste). Los niveles de efectividad global y de selección se redujeron respecto a la clasificación posmortem. En estas condiciones, el AOBu hace un aporte significativo, el cual se explica tanto por el hecho que el peso vacío es peor predictor del peso de los cortes que el peso canal, como por el hecho que la determinación de ultrasonido resultó ser mejor predictora del peso de los cortes, especialmente del bife, que la misma variable determinada posmortem mediante trazado de acetato (AOBf, ver cuadro anexo IV).

La consideración simultánea de PV, EGSu y AOBu permitió alcanzar un alto nivel de efectividad global y de selección (76,3 y 90,5% respectivamente).

El análisis de las correlaciones canónicas nos indica que las dos variables de ultrasonido (especialmente el AOBu) tuvieron mayor poder discriminante que el PV (ver cuadro anexo 4).

VI.4.3. Clasificación en el campo el día de embarque (determinación de punto final)

Las conclusiones son similares a las enunciadas en el caso de la clasificación en base a variables medibles *in vivo* en el frigorífico: a) se registra un importante aporte de las variables de ultrasonido, superior al aporte del PLL; b) el aporte del AOBu fue algo superior al del EGSu; y, c) considerando información de ultrasonido y peso - medible en el establecimiento - fue posible lograr altos niveles de efectividad global y de selección (74 y 89%, respectivamente).

La implicancia de esta información es que el productor puede determinar que animales del lote van a faena (punto final) y cuales permanecen en engorde, de forma tal que un elevado porcentaje de los animales produzca canales de alto VU. Esta decisión lo remunerará; en

sistemas integrados a la hora de la venta de la carne; en sistemas no integrados con esquemas de pago basados en valor a la hora de determinar el precio de sus canales.

VI.4.4. Clasificación anticipada (formación de lotes de punta y cola)

En esquemas productivos comerciales en que el flujo de materia prima a la industria es más o menos continuo, es clave determinar en forma anticipada que características requiere un animal (PLL, AOBu, etc.) para, en un tiempo de invernada predeterminado (3 meses p/e) alcanzar el punto final deseado. Información de este tipo permitiría organizar los lotes de punta en forma precisa, lo que podría redundar en un esquema que pueda asegurar el flujo de productos a la industria y que logre una mayor eficiencia de uso de los alimentos.

Los resultados indican que, basado en información de peso vivo y del cuerpo de ultrasonido, sería posible pre-clasificar animales en forma anticipada con un alto grado de efectividad de selección (89 y 91% para las mejores clasificaciones realizadas 2 y 3 meses previos a la faena respectivamente).

El aporte de las variables de ultrasonido es destacado y superior al del PLL. El AOBu tiene un gran aporte, en tanto que el del EGSu se reduce. La razón que fundamentaría el hecho que el EGSu aporte relativamente menos a medida que nos alejamos del punto final - aún cuando la cobertura de grasa es una de las variables que define estándares - es que en etapas tempranas de invernada los niveles de grasa son aún reducidos y no logran discriminar la población, de todos modos este aspecto deberá profundizarse habida cuenta de la importancia de la grasa en la determinación de punto final.

VI.5. Conclusiones

La existencia de estándares para los cortes de exportación, y precios diferenciales asociados a ellos, se traslada a las canales determinando la formación de grupos de canales de diferente VU.

La pertenencia al grupo de VU explicó, bajo los supuestos realizados y en las condiciones de precios analizadas, un 61% del total de la variación registrada en VU de las canales. Por ello, el desarrollo de un sistema de valoración que reconozca el verdadero valor industrial de una canal debe tener en consideración la existencia de estos grupos - los que podrán variar de acuerdo al pool de negocios de la empresa o inclusive a lo largo del año - mediante la definición de estándares de canal y la remuneración diferencial de los mismos.

La asignación de un costo de manufactura fijo por canal determina que exista una tendencia, dentro de grupo, al incremento del VU a medida que aumenta el peso canal. Ello soporta la idea que la determinación del precio, dentro de grupo, debería realizarse mediante una paramétrica que otorgue premios al peso de la canal y no mediante un precio promedio dentro de grupo.

Bajo los supuestos realizados, la variable de la canal con mayor poder discriminante fue la cobertura de grasa sobre el Bife¹⁰. El establecimiento de los estándares de canal antes mencionado debería incluir al menos a la profundidad de grasa subcutánea y el peso de la canal. Una clasificación así concebida logra, bajo los supuestos de valorización realizados, una alta efectividad global y de selección. Si bien en la clasificación de canales el AOBf y la dentición no realizaron aportes significativos, estas determinaciones no deberían ser descartadas en la medida en que los lotes a clasificar incluyan rangos de edades superiores, diferentes sexos (vaquillonas/novillos, etc.) o biotipos.

La definición de estándares de animales *in vivo* es clave para determinar el punto final de animales en engorde. La clasificación de animales en base a información de ultrasonido y peso vivo medidas el día previo a la faena alcanzó elevados niveles de efectividad global y de selección. El aporte de las variables de ultrasonido fue muy destacado. Los resultados indican que la consideración de estas variables permitiría determinar punto final en forma mucho más confiable que lo que puede hacerse basándose únicamente en la consideración del peso del animal.

La clasificación anticipada de novillos en invernada (2 y 3 meses previos a faena) puede resultar de interés en esquemas intensivos para la formación de grupos de punta y cola. Los análisis realizados indican que la consideración conjunta de variables de ultrasonido y peso vivo permitiría, una vez conocida la ganancia diaria esperada en el sistema, establecer estándares para animales que ingresan a la etapa final de invernada. En efecto, fue posible alcanzar altos niveles de efectividad global de clasificación y de selección, en clasificaciones realizadas dos y tres meses previo a la faena. Nuevamente, las variables de ultrasonido realizaron un aporte destacado.

VI. CLASIFICACIÓN DE CANALES Y NOVILLOS EN FUNCIÓN DE GRUPOS DE VALOR

VI.1. Introducción

Los mercados suelen medir y premiar la calidad bajo la forma de estándares. Un ejemplo, de importancia para la cadena cárnica uruguaya, son los estándares para los cortes del Rump & Loin (Bife, Lomo y Cuadril) que Uruguay exporta a la Unión Europea. Los mismos consisten en niveles mínimos de pH y calibre (peso del corte), junto con un límite mínimo y máximo de grasa de cobertura¹¹. Del estándar al que pertenezcan los cortes depende críticamente el precio al que se accede¹²; si el corte no da el estándar, éste debe ser comercializado en un mercado de menor precio.

Esta variación del precio del corte asociada a estándares de calidad se traslada al valor industrial de la canal. Nos referimos al valor industrial de la canal, entendiendo por el mismo

¹⁰ En este caso no se incluyó como variable determinante de estándares el pH, variable que, de acuerdo a los antecedentes tiene una enorme importancia en la determinación de los mismos.

¹¹ A modo de ejemplo, en la caso del Reino Unido, el estándar implica: que el lomo supere 1,36 kg, el bife 3,5 kg, pH igual o inferior a 5,8 y cobertura de grasa sobre el bife y cuadril entre 5 y 12 mm.

¹² El precio por kilogramo llega a presentar variaciones de un hasta un 300% en el caso del bife y 50 % en el caso del lomo (en ambos casos comparando los estándares extremos).

a la suma del valor bruto de producción industrial (ingreso por la venta de la totalidad de los productos y subproductos obtenidos a partir de ella) menos los costos directos de manufactura industrial (incluyendo en estos costos los financieros y los de oportunidad) (Dolezal, H. G., 1999).

Si algunos de los productos generados por la canal se comercializan bajo estándares, esto es, si los precios varían sustancialmente de acuerdo a las características del producto, es posible que un análisis del valor bruto o neto de la canal por kg, puede mostrar la existencia dos o más grupos de canales de diferente valor unitario (U\$/Kg), correspondiendo cada uno de ellos a canales que dan o no cortes dentro de los estándares¹³. El número de grupos de valor, así como las diferencias entre grupos, dependerá críticamente de la cartera de negocios manejada por la industria.

La clasificación de animales y canales en función de esos grupos en diferentes puntos de la cadena (diferentes momentos en la vida del producto: novillo de reposición, novillo pronto para faena, canal, etc.) resulta relevante para diferentes objetivos:

4. **En esquemas de integración vertical**, aquellos donde la misma empresa participa de la fase primaria y la industrial¹⁴, es importante traducir la información de estándares de cortes a estándares de canal y a estándares de animales prontos para faena (punto final) para lograr que un elevado porcentaje de éstos al ser faenados produzca canales, y finalmente cortes, dentro de los estándares de mayor precio.
5. **En esquemas no integrados**, pero con un grado de coordinación importante, la identificación de las canales de alto valor unitario es clave para el ajuste de sistemas de pago que, reconociendo el verdadero valor de la canal, generen señales de mercado (Ward et al, 1999b). Por su parte, para el productor, la traducción de estándares de canal a estándares de animales *in vivo* es clave para la definición del punto final, para así lograr que un elevado porcentaje de los animales que remite pertenezcan a los estándares de canal de mayor precio.
6. **En ambas situaciones**, esquemas integrados y no integrados, la clasificación anticipada de animales en etapa final de engorde en función de los estándares de novillo (pronto para la faena) deseado es clave para que la formación de lotes de punta y cola se realice en forma eficiente y permita la planificación de ventas.

VI.2. Objetivos

VI.2.1. Generales

El objetivo general es de presentar una propuesta metodológica para abordar la problemática de la diferenciación de una población de novillos, canales, etc. en función de

¹³ La situación puede ser más compleja: por un lado por la existencia de más de un estándar y precio asociado para cada corte; por el otro, puede que la definición comercial de estándares conduzca a que ciertas canales dan todos los estándares, otras dan algunos pero otros no y otras no den ninguno.

¹⁴ Tal el caso de AUPCIN en Uruguay.

grupos de valor. Esta metodología, de ser considerada válida por los actores en cuestión, podría ser aplicada para el ajuste de sistemas de segregación de novillos y canales de negocios concretos.

VI.2.2. Intermedios

4. Analizar, para una estructura de negocios definida, la distribución del valor industrial de canales de novillos jóvenes y las variables asociadas a su dispersión.
5. Cuantificar el grado de efectividad con que es posible predecir el grupo de valor al que pertenecerá la canal en diferentes puntos de la cadena.
6. Cuantificar el aporte relativo de variables musculares y de grasa (área de ojo del bife y cobertura de grasa sobre el bife) a la clasificación de canales y animales en diferentes puntos de la cadena.

VI.3. Metodología

VI.3.1. Descripción genérica

En su conjunto, la metodología propuesta integraría los siguientes pasos:

6. Identificación del pool de negocios de la industria (el conjunto de productos que vende, las especificaciones técnicas que los definen, los precios y costos directos asociados a los productos),
7. Definir un protocolo de desosado que recoja las variables incluidas en las especificaciones técnicas usadas por los mercados para definir estándares y las variables que determinan el rendimiento físico en producto.
8. Definir la población de animales y canales a las que se piensa aplicar el sistema (rango de peso, edad, sexo, grado de terminación, etc.),
9. Diseñar un ensayo que, representando la variabilidad de la población objetivo, registre: a) las variables que posteriormente serán utilizadas para segregar animales y/o canal (peso vivo, peso canal, cobertura de grasa, área de ojo del bife, etc.), b) las variables que definen el rendimiento físico del producto y c) las que determinan la pertenencia a estándares (peso individual del corte, pH, cobertura de grasa, etc.).
10. Ajustar, basado en técnicas estadísticas apropiadas, sistemas de clasificación.

VI.3.2. Descripción específica de la metodología usada en el presente estudio

Identificación de la cartera de negocios

Genéricamente, la cartera de negocios considerados incluyó:

- Israel (los 9 cortes Kosher del delantero),
- Unión Europea dentro de cuota (bifes, lomos y cuadril que cumplieran con el estándar de calibre y grasa Inglaterra),
- Unión Europea fuera de cuota (cortes del trasero – sin incluir Rump&Loin- con calibre y cobertura de grasa adecuados al mercado),
- Mercado interno (cortes del trasero rechazo de la Unión Europea y cortes del trasero que se comercializan a mejor precio en el mercado interno).

Definición de la población de novillos a clasificar

La población de novillos analizada corresponde a novillos de dentición incompleta comúnmente conocido en el mercado de hacienda como “novillo para la exportación”. La descripción de la población de novillos analizada se presenta en el cuadro 1.

Definición de un protocolo de desosado y valoración de cortes

Se siguieron las prácticas de desosado tipo “Inglaterra+Israel”, que implican el desosado completo del trasero y del delantero para la venta de los 9 cortes Kosher y el asado completo en mantas.

El Cuadro 3 del anexo muestra la tabla de precios utilizada y las especificaciones técnicas seguidas para definir los estándares.

Los precios de los cortes fueron estimados a partir de información proporcionada por INAC para el año 2000 (Abraham, com. pers.) y por informantes calificados de la industria.

El delantero fue valorado a precio único (delantero completo en mantas según la definición de INAC). Los recortes de grasa, la carne chica y los huesos, al no disponerse de información de INAC, se valoraron según información proporcionada por informantes calificados.

En algunos cortes del trasero (Nalga de afuera, Bola de lomo, garrón, tortugita) se asumió que no existían estándares ni variaciones de precio asociadas a ellos, así, se los valoró a partir de la referencia proporcionada por INAC para cada uno de esos cortes (promedio de negocios de carne congelada y enfiada).

En otros cortes del trasero (lomo, bife angosto, cuadril con tapa, nalga de adentro), se asumió que la comercialización se realizaba de acuerdo a estándares, dependiendo el precio de venta del estándar al que perteneciera el corte. Con información proporcionada

por informantes calificados se definieron entre dos y tres estándares por corte, intentando representar cada estándar las exigencias de un mercado relevante para el corte en cuestión. El precio base (el del estándar menos exigente) se extrajo de INAC: reporte de precio para ventas de carne congelada de ese corte. Sobre ese precio se aplicaron sobreprecios porcentuales como forma de representar los premios de mercado a los estándares de alta calidad. Los estándares utilizados se basaron en calibre del corte y cobertura de grasa. La no consideración del pH en los mismos, una variable importante en la formación del precio, responde a que éste no formaba parte de las variables cuyo efecto se deseaba analizar. Sin embargo, para la aplicación de la metodología propuesta se considera altamente relevante, dado que el pH determina la pertenencia de muchos cortes a estándares de mercado (Hilton, entre otros), la inclusión de esta variable en los sistemas de clasificación.

Finalmente, una vez determinado el valor bruto de producción industrial, se descontó un costo fijo de manufactura por canal¹⁵ (proporcionado por informante calificados de la industria). Así se estimó el valor industrial total el que dividido entre el peso de la canal arrojó el valor unitario (VU).

A efectos de evitar problemas de interpretación de los resultados, todos los valores son expresados tomando como base un promedio ficticio de 1,2 dólares / kg canal.

Variables utilizadas para predecir el grupo de valor

Éstas son las variables que de adoptarse el sistema serían medidas a nivel comercial a efectos de segmentar la población de novillos y canales en diferentes grupos de valor, en otros términos, se trata de los predictores del grupo de valor.

La tabla 1 resume las variables del experimento utilizadas en el presente análisis como predictoras del grupo de valor.

Tabla 1. Variables utilizadas para predecir el grupo de valor al que pertenecerá la canal.

	Punto de la Cadena en el que se realizó la determinación				
	Frigorífico		Campo		
	Balanza de ingreso	Faena y cuarteo	El día de embarque	2 meses previos al embarque	3 meses previos al embarque
Peso Canal (PC)					
Peso vacío (PV)					
Peso de campo (PLL)					
AOB_f					
AOB_u					
EGS_f					
EGS_u					

Análisis

Se procedió a segmentar la población de canales a partir de su VU intentando identificar grupos. Se realizó una primer aproximación gráfica y una segmentación posterior basada en la técnica de cluster, utilizando la técnica K-Means. En la medida en que se introduce una sola variable (VU) el resultado es la formación de n grupos, los cuales se forman maximizando la diferencia de media entre grupos.

¹⁵ En una etapa más avanzada este tipo de estudios deberían considerar que, si bien parte de esos costos son fijos (faena, primer frío, cuarteo, etc.) los del deshosado, embalaje, etc. están asociados al estándar. En efecto, diferentes productos tienen diferentes costos directos en el segundo frío (congelado/enfriado), la preparación y los envases.

Una vez identificado el grupo se procedió a ajustar sistemas de clasificación de canales y animales. El objetivo de estos sistemas fue, mediante variables medibles en la línea de faena o en el campo, intentar predecir a qué grupo pertenecerían las canales.

Los sistemas de clasificación fueron ajustados mediante el uso de la técnica de análisis discriminante. Esta técnica, a partir de una clasificación conocida (canales de diferentes grupos de VU, cluster en nuestro caso) selecciona variables (peso canal, peso vivo, etc.) predictoras de dicha clasificación. El análisis se basa en combinaciones lineales de las variables predictoras. Estas combinaciones se constituyen en las funciones discriminantes. Sobre la base de ellas, el método estima, para cada individuo un score discriminante. Los parámetros de las funciones son ajustados forma tal de maximizar las diferencias en los scores discriminantes entre grupos (SAS/STAT, 1989).

El resultado es la determinación de umbrales para el score discriminante que permite preclasificar a los individuos en función de categorías conocidas. En la medida en que el score discriminante surge de una función lineal cuyas variables independientes son las predictoras (peso vivo, AOB, peso canal, EGS), los umbrales pueden ser traducidos a valores críticos para ellas.

Los errores que se comete en una clasificación pueden medirse contrastando la predicción (clasificación basada en la variable predictora) con el verdadero grupo al que pertenece la unidad que se clasificó. Existen diferentes tipos de errores, en nuestro caso: se puede clasificar a una canal o novillo como perteneciente al grupo de alto valor y no serlo, o se puede clasificar a un novillo o canal como de bajo valor cuando en realidad pertenece al grupo de alto valor.

Así, podemos diferenciar diferentes medidas de la efectividad de un sistema de clasificación: a) la global, que mide la totalidad de los errores que cometemos, y b) la específica con que el sistema de clasificación forma una de las categorías en cuestión (porcentaje de los clasificados como pertenecientes a una categoría que realmente lo fueron).

Se tomó al porcentaje de animales correctamente clasificados como medida del grado de efectividad global de las clasificaciones (Norusis, 1993).

Se midió la efectividad con que se forma el grupo “deseado” (canales de alto valor en nuestro caso) como el porcentaje de animales que habiendo sido clasificados como de alto valor efectivamente lo fueron. Este valor es importante pues, cuando uno de los grupos (selección / refugio) es más grande que el otro, puede ocurrir una alta efectividad global aún cuando el grado de efectividad con que se forma el grupo minoritario sea bajo. (Norusis, 1993).

Se analiza el aporte relativo de cada variable a la función discriminante mediante el análisis de los coeficientes de correlación canónica.

VI.4. Resultados

El gráfico 2 muestra la distribución de frecuencia según rango de valor unitario, se parecía la existencia de dos grupos de valor.

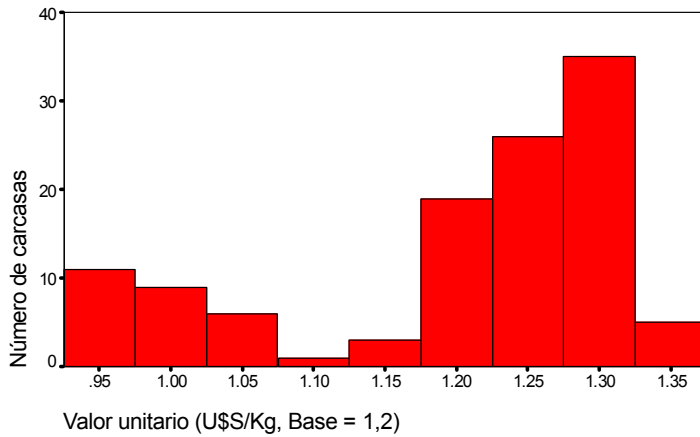


Gráfico 2. Distribución de frecuencias del valor unitario (Base=1,2 dólares/kg.)

El gráfico 3 muestra la relación existente entre el VU y el peso de la canal. Gráficamente se observa: a) se confirma lo recién señalado con relación a la existencia de dos grupos de valor; b) la pertenencia a los diferentes grupos no está determinada por el peso de la canal y c) el VU dentro de grupo presenta una tendencia creciente explicable por el hecho que se ha computado un costo fijo (por canal) de manufactura.

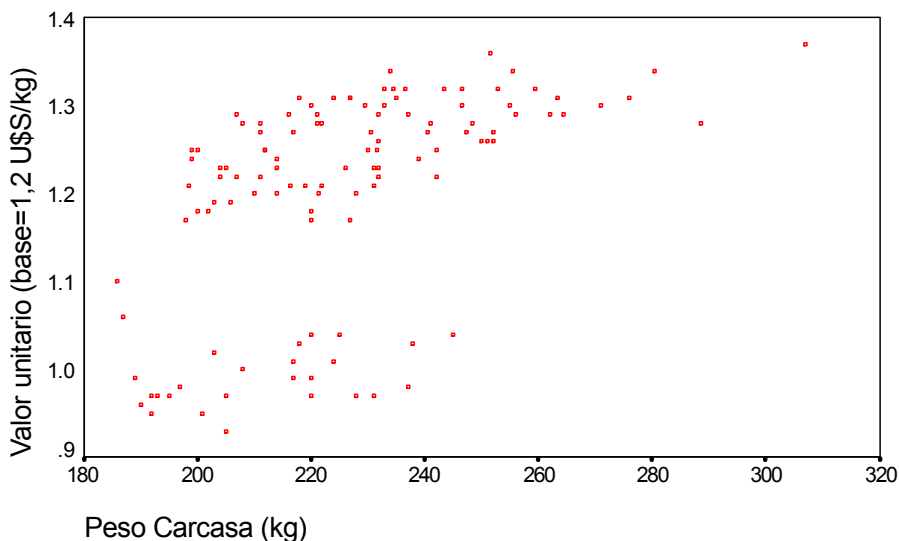


Gráfico 3. Relación entre el valor unitario y el peso de la canal.

Con el objetivo de cuantificar el efecto de la pertenencia al grupo de valor y del peso canal sobre el VU se ajustó un modelo lineal (GLM, SAS) donde la variable dependiente fue el VU, la clasificatoria la pertenencia al grupo de valor y la covariable el peso de la canal.

El coeficiente de determinación del modelo fue elevado (0,899) indicando que un elevado porcentaje de las diferencias de VU entre canales puede ser explicado por el peso de la canal y la pertenencia al grupo de valor. Tanto la variable clasificatoria como la covariable resultaron altamente significativas. La pertenencia al grupo explicó un 61% de las variaciones de VU y el peso de la canal un 29%. La estimación de los parámetros del modelo indica una diferencia de VU entre grupos de 20 centavos de dólar por kg de canal y un aumento de VU de 0,01 centavo por kg de canal, explicado fundamentalmente por la reducción del costo de manufactura por kg. de producto que ocurre a medida que aumenta el peso de la canal.

Estos resultados indican que, de ser posible pre-clasificar en forma efectiva las canales y/o animales según grupo de valor, es posible predecir el verdadero valor de la canal con un grado elevado de confianza. De aquí la importancia de contar con sistemas de clasificación que nos permitan segregar animales y/o canales según el grupo de valor al que se espera pertenezca la canal.

El cuadro 10 muestra la efectividad con que fue posible pre-clasificar canales / animales mediante la utilización de diferentes variables clasificatorias en diferentes puntos de la cadena.

En todos los puntos de la cadena fue posible alcanzar una alta efectividad de selección, esto es, un alto número de los individuos pre-clasificados dentro del grupo de alto VU finalmente dieron canales pertenecientes a ese grupo.

Cuadro 10. Efectividad de clasificación según momento de clasificación y variables utilizadas para clasificar.

MOMENTO / SISTEMA	Efectividad			Número de animales	
	Global	Selección	Rechazo	Evaluados	VU alto
POS MORTEM					
PC	66.1	88.9	34.6	115	63
PC + EGS _f	87.0	98.7	65.0	115	75
PC + AOB _F	61.3	83.6	34.0	111	61
PC + EGS _F + AOB _F	87.4	98.6	66.5	111	72
EL DÍA DE LA FAENA					
PV	56.5	82.8	29.8	115	58
PV + EGS _u	65.8	86.4	37.5	114	66
PV + AOB _u	73.7	89.0	46.3	114	73
PV + EGS _u + AOB _u	76.3	90.5	50.0	114	74
DÍA PREVIO A LA FAENA					
PLL	59.3	83.3	32.1	113	60
PLL + EGS _u	63.4	83.3	34.8	112	66
PLL + AOB _u	75.9	89.2	50.0	112	74
PLL + EGS _u + AOB _u	74.1	88.9	47.5	112	72
DOS MESES PREVIOS A LA FAENA					
PLL	55.3	81.4	27.3	114	59
PLL + EGS _u	60.9	86.2	32.1	110	58
PLL + AOB _u	63.8	87.5	36.73	105	56
PLL + EGS _u + AOB _u	63.8	88.9	37.25	105	54
TRES MESES PREVIOS A LA FAENA					
PLL	58.3	84.5	31.58	115	58
PLL + EGS _u	55.3	81.0	28.57	115	58
PLL + AOB _u	65.8	90.0	38.9	114	60
PLL + EGS _u + AOB _u	64.9	91.2	38.6	114	57

VI.4.1. Clasificación de canales con variables medibles en la línea de faena y el cuarteo

La efectividad de selección (porcentaje de canales clasificada como de alto valor que efectivamente lo fueron) en este punto de la cadena fue, en todos los sistemas considerados, elevada (en el menos efectivo alcanzó 84%).

El agregado de una medición de la cobertura de grasa en el momento del cuarteo permitió mejorar la efectividad de selección de 89 a 99% y la global de 66 a 87%. No ocurrieron importantes mejoras por la consideración de una medida del AOBf, lo que puede explicarse por el tipo de novillos evaluados. En efecto, al tratarse de un grupo relativamente homogéneo en lo que a sexo, edad y biotipo refiere, el peso de la canal es un excelente predictor del peso de los cortes.

El análisis de los coeficientes de correlación canónica entre las variables y la función discriminante confirman el elevado poder discriminante de EGSf (ver cuadro anexo 4).

VI.4.2. Clasificación en la balanza del frigorífico

En este caso, en lugar del peso de la canal se utilizó el peso de frigorífico (peso vivo con desbaste). Los niveles de efectividad global y de selección se redujeron respecto a la clasificación posmortem. En estas condiciones, el AOBu hace un aporte significativo, el cual se explica tanto por el hecho que el peso vacío es peor predictor del peso de los cortes que el peso canal, como por el hecho que la determinación de ultrasonido resultó ser mejor predictora del peso de los cortes, especialmente del bife, que la misma variable determinada posmortem mediante trazado de acetato (AOBf, ver cuadro anexo IV).

La consideración simultánea de PV, EGSu y AOBu permitió alcanzar un alto nivel de efectividad global y de selección (76,3 y 90,5% respectivamente).

El análisis de las correlaciones canónicas nos indica que las dos variables de ultrasonido (especialmente el AOBu) tuvieron mayor poder discriminante que el PV (ver cuadro anexo 4).

VI.4.3. Clasificación en el campo el día de embarque (determinación de punto final)

Las conclusiones son similares a las enunciadas en el caso de la clasificación en base a variables medibles *in vivo* en el frigorífico: a) se registra un importante aporte de las variables de ultrasonido, superior al aporte del PLL; b) el aporte del AOBu fue algo superior al del EGSu; y, c) considerando información de ultrasonido y peso - medible en el establecimiento - fue posible lograr altos niveles de efectividad global y de selección (74 y 89%, respectivamente).

La implicancia de esta información es que el productor puede determinar que animales del lote van a faena (punto final) y cuales permanecen en engorde, de forma tal que un elevado porcentaje de los animales produzca canales de alto VU. Esta decisión lo remunerará; en sistemas integrados a la hora de la venta de la carne; en sistemas no integrados con esquemas de pago basados en valor a la hora de determinar el precio de sus canales.

VI.4.4. Clasificación anticipada (formación de lotes de punta y cola)

En esquemas productivos comerciales en que el flujo de materia prima a la industria es más o menos continuo, es clave determinar en forma anticipada que características requiere un animal (PLL, AOBu, etc.) para, en un tiempo de invernada predeterminado (3 meses p/e)

alcanzar el punto final deseado. Información de este tipo permitiría organizar los lotes de punta en forma precisa, lo que podría redundar en un esquema que pueda asegurar el flujo de productos a la industria y que logre una mayor eficiencia de uso de los alimentos.

Los resultados indican que, basado en información de peso vivo y del cuerpo de ultrasonido, sería posible pre-clasificar animales en forma anticipada con un alto grado de efectividad de selección (89 y 91% para las mejores clasificaciones realizadas 2 y 3 meses previos a la faena respectivamente).

El aporte de las variables de ultrasonido es destacado y superior al del PLL. El AOBu tiene un gran aporte, en tanto que el del EGSu se reduce. La razón que fundamentaría el hecho que el EGSu aporte relativamente menos a medida que nos alejamos del punto final - aún cuando la cobertura de grasa es una de las variables que define estándares - es que en etapas tempranas de invernada los niveles de grasa son aún reducidos y no logran discriminar la población, de todos modos este aspecto deberá profundizarse habida cuenta de la importancia de la grasa en la determinación de punto final.

VI.5. Conclusiones

La existencia de estándares para los cortes de exportación, y precios diferenciales asociados a ellos, se traslada a las canales determinando la formación de grupos de canales de diferente VU.

La pertenencia al grupo de VU explicó, bajo los supuestos realizados y en las condiciones de precios analizadas, un 61% del total de la variación registrada en VU de las canales. Por ello, el desarrollo de un sistema de valoración que reconozca el verdadero valor industrial de una canal debe tener en consideración la existencia de estos grupos - los que podrán variar de acuerdo al pool de negocios de la empresa o inclusive a lo largo del año - mediante la definición de estándares de canal y la remuneración diferencial de los mismos.

La asignación de un costo de manufactura fijo por canal determina que exista una tendencia, dentro de grupo, al incremento del VU a medida que aumenta el peso canal. Ello soporta la idea que la determinación del precio, dentro de grupo, debería realizarse mediante una paramétrica que otorgue premios al peso de la canal y no mediante un precio promedio dentro de grupo.

Bajo los supuestos realizados, la variable de la canal con mayor poder discriminante fue la cobertura de grasa sobre el Bife¹⁶. El establecimiento de los estándares de canal antes mencionado debería incluir al menos a la profundidad de grasa subcutánea y el peso de la canal. Una clasificación así concebida logra, bajo los supuestos de valorización realizados, una alta efectividad global y de selección. Si bien en la clasificación de canales el AOBf y la detención no realizaron aportes significativos, estas determinaciones no deberían ser descartadas en la medida en que los lotes a clasificar incluyan rangos de edades superiores, diferentes sexos (vaquillonas/novillos, etc.) o biotipos.

¹⁶ En este caso no se incluyó como variable determinante de estándares el pH, variable que, de acuerdo a los antecedentes tiene una enorme importancia en la determinación de los mismos.

La definición de estándares de animales *in vivo* es clave para determinar el punto final de animales en engorde. La clasificación de animales en base a información de ultrasonido y peso vivo medidas el día previo a la faena alcanzó elevados niveles de efectividad global y de selección. El aporte de las variables de ultrasonido fue muy destacado. Los resultados indican que la consideración de estas variables permitiría determinar punto final en forma mucho más confiable que lo que puede hacerse basándose únicamente en la consideración del peso del animal.

La clasificación anticipada de novillos en invernada (2 y 3 meses previos a faena) puede resultar de interés en esquemas intensivos para la formación de grupos de punta y cola. Los análisis realizados indican que la consideración conjunta de variables de ultrasonido y peso vivo permitiría, una vez conocida la ganancia diaria esperada en el sistema, establecer estándares para animales que ingresan a la etapa final de invernada. En efecto, fue posible alcanzar altos niveles de efectividad global de clasificación y de selección, en clasificaciones realizadas dos y tres meses previo a la faena. Nuevamente, las variables de ultrasonido realizaron un aporte destacado.

VI.6. Consideraciones finales

La utilización o no de la técnica de ultrasonido y/o de determinaciones posmortem de AOBf, y EGSf dependerá finalmente de la relación costo/beneficio, dentro del sistema de producción-comercialización que se aplique.

Desde el ángulo de **los costos** del ultrasonido, es claro que el nivel de inversión, así como de entrenamiento de personal, determinan que su viabilidad esté condicionada por la utilización del equipo en un número significativo de animales, todo lo cual refiere al desarrollo de formas organizacionales (asociación de productores, desarrollo de empresas que vendan servicios de ultrasonido, etc.) que viabilicen el uso de la técnica. En el caso de las determinaciones posmortem existen dos aspectos a considerar: el costo de los equipos y la viabilidad práctica de introducirlos en la línea de faena (velocidad de operación, entre otros):

Los beneficios del uso de cualquiera de estas técnicas dependerán de varios aspectos:

- **La magnitud de las diferencias de VU entre grupos de canales;** aspecto que estará críticamente determinado por el valor agregado y grado de diferenciación con que se comercie el producto final; a mayor valor agregado y mayor diferenciación es esperable que las exigencias de estándares, y los premios asociados a ellos, sean más elevados¹⁷. En definitiva dependerá del pool de negocios manejados por la industria para la cual el sistema se desee ajustar.

¹⁷ Nos referimos al caso de venta de carne fresca en donde la diferenciación normalmente se basa en características intrínsecas de carne y que por tanto generalmente conduce a estándares cada vez más detallados. Diferente es el caso de las manufacturas cárnicas en donde la diferenciación del producto final no se basa en las propiedades de la carne utilizada en la fabricación.

- **El grado de integración / articulación de la cadena;** en definitiva el grado en que se trasladen a la producción primaria las diferencias de valor unitario del producto final. Los esquemas de empresas integradas aparecen como los más atractivos para el uso de la técnica; le siguen los de empresas no integradas que comercian el ganado bajo sistemas de precios que reconocen el verdadero valor de la canal; por último, no es atractivo su uso en esquemas en los que el precio no considera las diferencias de calidad de canal.

El ajuste de estándares de productos intermedios (canales, novillos en engorde, etc.) debe realizarse en forma específica para cada cadena de producción-comercialización. En efecto, las variables y los límites que definirán los estándares para los productos intermedios (sea de canales como de animales terminados o en terminación) dependerán de las variables que están determinando el precio final de los productos, las que variarán de acuerdo al pool de negocios que maneje la cadena en cuestión e incluso de acuerdo a patrones estacionales de demanda.

Finalmente, la metodología aquí presentada deberá adaptarse y validarse para situaciones comerciales específicas. La registración en los diferentes puntos de la cadena, especialmente en la etapa industrial, esta abierta a la incorporación de otras tecnologías (uso de imágenes, etc.). El uso de nuevas tecnologías proveerá, al igual que hoy lo hace la balanza más información que podrá mejorar los resultados de la aplicación de una metodología como la propuesta.

BIBLIOGRAFÍA

- Blasco A., 1999.** La descripción del crecimiento. Informe Técnico Ocasional N° 6. Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia.
- Brito G. 2001.** Aplicaciones del ultrasonido en producción animal. En esta publicación.
- Dolezal, H. G., 1999.** Grid pricing: the known and the unknown. En: www.pc200.anmsci.okstate.edu/meats/GRID.HTML. Consultado 13/06/01. Oklahoma State University. USA.
- Duelo, D. 1993.** The use of real-time ultrasound measurements to predict composition and estimate genetic parameters of carcass traits in beef cattle. Ph.D. Dissertation. Iowa State University, Ames.
- Drouillard, S.; Ferrel, C. L.; Klopfenstein, T. and Britton, R. A., 1991.** Compensatory growth following metabolizable protein or energy restrictions in beef steers. J. Anim. Sci. 1991. 69:811-818.
- NORUSIS, M. J./SPSS Inc. 1993.** SPSS® for Windows™ Professional Statistics™ Release 6.0
- SAS/STAT, 1989.** User's Guide (Version 6). SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Ward, C. E.; Schroeder, T. C. and Feuz, D. M.. 1999.** Grid pricing of fed cattle: Base prices and Premium-Discounts Grids. Oklahoma State University Extension Services WF-560.
- Ward, C. E.; Schroeder, T. C. and Feuz, D. M.. 1999.** Grid pricing of fed cattle: Risk and value of information. Oklahoma State University Extension Services WF-561.
- Wilson, D. E. and R. L. Willham. 1998. Interin expected progeny difference for young VI.6. Consideraciones finales**

La utilización o no de la técnica de ultrasonido y/o de determinaciones posmortem de AOBf, y EGSf dependerá finalmente de la relación costo/beneficio, dentro del sistema de producción-comercialización que se aplique.

Desde el ángulo de **los costos** del ultrasonido, es claro que el nivel de inversión, así como de entrenamiento de personal, determinan que su viabilidad esté condicionada por la utilización del equipo en un número significativo de animales, todo lo cual refiere al desarrollo de formas organizacionales (asociación de productores, desarrollo de empresas que vendan servicios de ultrasonido, etc.) que viabilicen el uso de la técnica. En el caso de las determinaciones posmortem existen dos aspectos a considerar: el costo de los equipos y la viabilidad práctica de introducirlos en la línea de faena (velocidad de operación, entre otros):

Los beneficios del uso de cualquiera de estas técnicas dependerán de varios aspectos:

- **La magnitud de las diferencias de VU entre grupos de canales;** aspecto que estará críticamente determinado por el valor agregado y grado de diferenciación con que se comercie el producto final; a mayor valor agregado y mayor diferenciación es esperable que las exigencias de estándares, y los premios asociados a ellos, sean más elevados¹⁸. En definitiva dependerá del pool de negocios manejados por la industria para la cual el sistema se desee ajustar.
- **El grado de integración / articulación de la cadena;** en definitiva el grado en que se trasladen a la producción primaria las diferencias de valor unitario del producto final. Los esquemas de empresas integradas aparecen como los más atractivos para el uso de la técnica; le siguen los de empresas no integradas que comercian el ganado bajo sistemas de precios que reconocen el verdadero valor de la canal; por último, no es atractivo su uso en esquemas en los que el precio no considera las diferencias de calidad de canal.

El ajuste de estándares de productos intermedios (canales, novillos en engorde, etc.) debe realizarse en forma específica para cada cadena de producción-comercialización. En efecto, las variables y los límites que definirán los estándares para los productos intermedios (sea de canales como de animales terminados o en terminación) dependerán de las variables que están determinando el precio final de los productos, las que variarán de acuerdo al pool de negocios que maneje la cadena en cuestión e incluso de acuerdo a patrones estacionales de demanda.

Finalmente, la metodología aquí presentada deberá adaptarse y validarse para situaciones comerciales específicas. La registración en los diferentes puntos de la cadena, especialmente en la etapa industrial, esta abierta a la incorporación de otras tecnologías (uso de imágenes, etc.). El uso de nuevas tecnologías proveerá, al igual que hoy lo hace la balanza más información que podrá mejorar los resultados de la aplicación de una metodología como la propuesta.

¹⁸ Nos referimos al caso de venta de carne fresca en donde la diferenciación normalmente se basa en características intrínsecas de carne y que por tanto generalmente conduce a estándares cada vez más detallados. Diferente es el caso de las manufacturas cárnicas en donde la diferenciación del producto final no se basa en las propiedades de la carne utilizada en la fabricación.

BIBLIOGRAFÍA

- Blasco A., 1999.** La descripción del crecimiento. Informe Técnico Ocasional N° 6. Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia.
- Brito G. 2001.** Aplicaciones del ultrasonido en producción animal. En esta publicación.
- Dolezal, H. G., 1999.** Grid pricing: the known and the unknown. En: www.pc200.anmsci.okstate.edu/meats/GRID.HTML. Consultado 13/06/01. Oklahoma State University. USA.
- Duelo, D. 1993.** The use of real-time ultrasound measurements to predict composition and estimate genetic parameters of carcass traits in beef cattle. Ph.D. Dissertation. Iowa State University, Ames.
- Drouillard, S.; Ferrel, C. L.; Klopfenstein, T. and Britton, R. A., 1991.** Compensatory growth following metabolizable protein or energy restrictions in beef steers. J. Anim. Sci. 1991. 69:811-818.
- NORUSIS, M. J./SPSS Inc. 1993.** SPSS® for Windows™ Professional Statistics™ Release 6.0
- SAS/STAT, 1989.** User's Guide (Version 6). SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Ward, C. E.; Schroeder, T. C. and Feuz, D. M.. 1999.** Grid pricing of fed cattle: Base prices and Premium-Discounts Grids. Oklahoma State University Extension Services WF-560.
- Ward, C. E.; Schroeder, T. C. and Feuz, D. M.. 1999.** Grid pricing of fed cattle: Risk and value of information. Oklahoma State University Extension Services WF-561.
- Wilson, D. E. and R. L. Willham. 1998.** Interim expected progeny difference for young