Revista Científica
ISSN: 0798-2259
revistafcv@gmail.com
Universidad del Zulia
Venezuela

Campos-Parra, Jorge; De Pedro-Sanz, Emiliano; Astudillo-Neira, Rita; Cabas-Monje, Juan; Vallejos-Cartes, Rosana; Velasco-Fuenmayor, Julia

ESTIMACIÓN DEL ÁREA DEL OJO DEL LOMO TOTAL in vivo Y RENDIMIENTO AL DESPOSTE DE BOVINOS DESTINADOS A UN MERCADO EXIGENTE

Revista Científica, vol. XXVI, núm. 2, marzo-abril, 2016, pp. 120-126
Universidad del Zulia
Maracaibo, Venezuela

Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95945988009

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

ESTIMACIÓN DEL ÁREA DEL OJO DEL LOMO TOTAL *in vivo* Y RENDIMIENTO AL DESPOSTE DE BOVINOS DESTINADOS A UN MERCADO EXIGENTE

Estimation of the area of eye of the total loin in vivo and the deboning yield grades of beef for demanding market

Jorge Campos-Parra [1]*, Emiliano De Pedro-Sanz [2], Rita Astudillo-Neira [1], Juan Cabas-Monje [3], Rosana Vallejos-Cartes [3] y Julia Velasco-Fuenmayor [4]

*[1]Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Vicente Méndez 595, Chillán, Chile. *jcamposp@udec.cl [2] Departamento de Producción Animal, ETSIAM, Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, Ctra. Nacional IV km 396, Córdoba, España. [3] Departamento de Gestión Empresarial, Grupo de Investigación en Agronegocios, Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad del Bío-Bío, Avda. Andrés Bello s/n, Chillán, Chile. [4] Universidad del Zulia, Facultad de Ciencias Veterinarias. Departamento Socioeconómico.*

RESUMEN

La evaluación de la composición y características de las canales de bovinos productores de carne ha permitido mejorar su comercialización. Se requiere de herramientas que permitan medir *in vivo*, parámetros que definen el rendimiento y la calidad de la canal de manera rápida, replicable y eficiente. El objetivo de esta investigación fue generar modelos matemáticos que permitirán estimar el área del ojo del lomo total (AOLT) y el rendimiento al desposte *in vivo* en animales seleccionados y destinados a producir carnes *premium*. Los datos se recolectaron desde plantas faenadoras de la región del Biobío (Centro sur de Chile). Se generó un modelo de regresión lineal simple para estimar el AOTL en base al área de una elipse, el cual se utilizó para generar modelos de regresión lineal múltiple que permiten estimar el peso de los cortes de mayor valor comercial, bajo el procedimiento, conocido como stepwise, empleando como criterio de selección los que tuvieran el menor valor del Cuadrado Medio del Error (CME). En conclusión, es posible estimar *in vivo*, mediante el área de una elipse, el AOLT y el peso de los cortes de mayor valor comercial, en animales destinados a producir carnes *premium*.

Palabras clave: Calidad de carne; modelos matemáticos; ultrasonografía

ABSTRACT

The evaluation of characteristics and composition of beef cattle carcass has improved marketing. It requires tools to measure *in vivo*, parameters that define performance and carcass quality in a faster, replicable and efficient method. The objective of this research was to generate mathematical models to estimate the area of total loin eye (AOLT) and live performance of selected animals intended to produce premium meats. Based on data collected from slaughter plants in the Biobio region (Centre South Chile), a simple linear regression model was applied to estimate the AOLT centered on the ellipse area. This was used to generate models of multiple linear regressions to estimate weight of cuts of higher commercial value under the stepwise procedure, using as selection criteria the lowest value of the mean square error (CME). In conclusion, it is possible using the ellipse area to estimate *in vivo* the AOLT and weight of cuts of higher commercial value in animals to produce *premium* meats.

Key words: Meat quality; mathematical models; ultrasonography

Recibido: 13/07/2015 Aceptado: 29/03/2016

INTRODUCCIÓN

En el sistema global de producción y comercialización de carnes, el consumidor es el principal actor [33]. A pesar que las necesidades, preferencias e información disponible para los consumidores son muy variables, dichas características engloban aspectos que se agrupan en: 1) apariencia visual del color de carne y grasa subcutánea, marmoleo y cantidad de grasa extramuscular y 2) calidad comestible juntando aspectos de jugosidad, terneza, aroma y sabor. La mayoría de los factores involucrados en la cadena productiva (crianza, engorde y procesamiento) están relacionados directa o indirectamente con las características intrínsecas de los animales y procedimientos industriales de elaboración y comercialización [33, 34, 35], encontrándose involucrados todos los sectores que componen la cadena productiva: crianza, engorde y procesamiento [37].

El proceso de evaluar las canales tiene dos propósitos: por un lado llevar al consumidor una carne tierna, blanda y jugosa, y lograr una buena productividad ganadera para lograr precios adecuados según la calidad del ganado producido, lo cual permite mejorar la comercialización de los productos [28]. De manera general, las evaluaciones realizadas consisten en la estimación subjetiva de las características en las canales [5, 21, 25].

Un aspecto importante en el proceso de la evaluación comercial de los animales destinados para la producción de carne, es el rendimiento [28, 30]. Un factor determinante para un valor comercial máximo es que la proporción de carne comercializable sea superior a la proporción de tejido adiposo y óseo. Por lo tanto, el valor comercial estará dado primordialmente por el peso de la canal, la composición de sus tejidos y su distribución [35].

De manera general, el ganado bovino (*Bos taurus*), al aumentar su masa corporal, tiende a formar músculo y grasa en proporciones variables, por lo cual el peso corporal no constituye una medida precisa del crecimiento tisular, ya que un animal puede estar aumentando de peso debido a la acumulación de tejido adiposo [28]. El aumento en el peso vivo y tamaño del animal sucede como consecuencia de la formación de tejidos y órganos. Los tejidos se desarrollan siguiendo un orden preestablecido: nervioso, óseo, muscular y graso [27]. El crecimiento del animal ocurre en forma diferenciada; comenzando por la cabeza, continúa en la región lumbar (crecimiento a lo largo del animal), fluyendo luego hacia la región distal de las extremidades (crecimiento en alto del animal) y finalmente en la región ventral del tronco, específicamente en el músculo *Longissimus thoracis,* punto en donde se considera que el animal está en su punto óptimo de madurez fisiológica [31]. Crouse y col. [7] señalan el área del ojo del lomo (AOL) como el mejor índice predictivo del rendimiento al desposte, mientras que Atencio-Valladares y col. [3] indican que, el AOL tiene una asociación moderada y significativa con el porcentaje de cortes de valor. Por lo tanto, implementar una metodología para medir el tamaño del músculo *Longissimus thoracis* en animales vivos sería útil para optimizar la terminación de los animales a fin de evitar su sobreengrasamiento [1, 12, 32, 33, 36, 39]. Como una forma práctica de evaluar el AOL, se propuso la medición del área del ojo del lomo total (AOLT), que incluye además del músculo *Longissimus thoracis,* los músculos *spinalis et semispinalis thorasis, multifidus thoracis, levator costae y Longissimus dorsi* [26].

El objetivo de esta investigación fue generar modelos matemáticos que permitan estimar el AOLT y el rendimiento al desposte *in vivo* en animales seleccionados y destinados a producir carnes *Premium.*

MATERIALES Y MÉTODOS

Generación y selección de los modelos

La recopilación de datos para generar y seleccionar los modelos que fueron utilizados se realizó en el centro-sur de Chile, específicamente en tres plantas faenadoras de la región del Biobío, Chile. En total se contó con datos de 300 animales faenados.

Modelo para estimar el AOLT

Para el modelo que permite estimar el AOLT, las mediciones se realizaron en una de las plantas faenadoras, sobre 212 canales de novillos seleccionados para satisfacer los requerimientos de calidad *Premium*, las cuales incluyeron conformación regular, grasa de cobertura y marmoleo entre los rangos 1 y 3, AOLT igual o mayor a 96,75 cm^2 (15 $pulg^2$) en novillos e igual o mayor a 90,3 cm^2 (14 $pulg^2$) en vaquillas [5]. La medición de estos parámetros es de carácter subjetivo, utilizando para el AOLT el método propuesto por Porte [28]. Los parámetros fueron medidos por una empresa externa a la planta faenadora.

Se buscó aproximar el AOLT, expresado en centímetros cuadrados [12], a partir del área de la elipse ($A= ab\pi$). Donde "a" representa la longitud del semieje mayor y "b" la del semieje menor.

Después de ser obtenidos los cuartos de las medias canales (en frío), se midió con pie de metro digital, el ancho (a) y la profundidad (b) del AOLT, en el espacio intercostal entre la 9ª y 10ª costilla de cada media canal (FIG. 1) y se definió la razón R como el cociente entre el semieje mayor y el semieje menor ($R = \frac{a}{b}$).

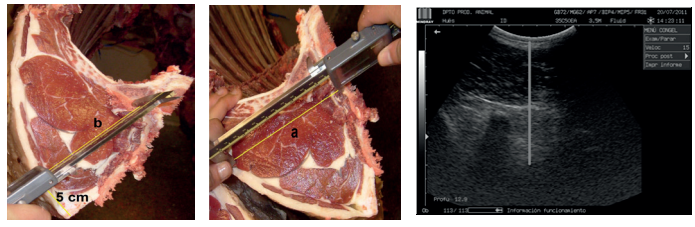

FIGURA 1. ESTIMACIÓN DE: "a" (LONGITUD DEL SEMIEJE MAYOR O ANCHO) Y "b" (LONGITUD DEL SEMIEJE MENOR O PROFUNDIDAD) Y PROFUNDIDAD EN CENTÍMETROS DEL MÚSCULO *LONGISSIMUS THORACIS Y SPINALIS THORACIS* (OLT).

De las 212 canales evaluadas, se utilizaron 150 para el cálculo de las constantes: ancho (a_{cte} en cm), profundidad (b_{cte} en cm) y razón (R_{cte}). Luego se utilizaron las 62 restantes para la generación, corrección y comparación de los modelos con los datos de la planta faenadora. Se generaron dos modelos, uno con los datos de la media canal izquierda y el otro con la media canal derecha. Los modelos se generaron reemplazando las constantes mencionadas anteriormente en la ecuación

$$AOLT(cm^2) = a_{cte}(cm)\ b(cm)\ \pi, \text{ con } a_{cte} = R_{cte} b_{cte}$$

Donde: R_{cte} = razón constante entre los semiejes a y b, b_{cte} = semieje menor constante o profundidad (cm), y π = 3,14.

Para la comparación entre el AOLT obtenido por los modelos y el calculado por la planta faenadora se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) [24] y una prueba de contrastes Duncan [38], ambos con un nivel de significancia del 5%. Para la verificación de los supuestos del ANOVA, se utilizaron la prueba de Shapiro-Wilk modificado [23] para la normalidad y la prueba de Levene [20] para la homogeneidad de varianza, también con un 5% de significancia. Con base a los resultados del análisis de varianza se seleccionó el mejor modelo de estimación del AOLT. El análisis de datos fue realizado mediante Infostat statistical software [4], con 95% de confianza.

Modelo para estimar el rendimiento al desposte

Para la generación de los modelos de rendimiento al desposte, la recolección de datos se realizó en 74 animales para satisfacer una marca *Premium* de carne bovina nacional, éstos fueron separados en 2 grupos de 50 y 24 animales, seleccionados al azar, introduciendo para ello el número del Dispositivo de Identificación Individual Oficial (DIIO) de cada animal en una bolsa, para así realizar la formación de los grupos sin reemplazo. Se procedió a modelar el peso de los cortes Posta Negra, Posta Rosada, Lomo Liso, Lomo Vetado y Filete que se encuentran definidos en la Norma Chilena Nch 1596: Of. 1999 [15, 16, 17] y que incluyen los músculos:

Posta Negra: *M. gracillis, M. semimembranosus, M. sartorius, M. pectineus, M. adductor M. obturatorius externus, Mm gemelli y M. quadratus femoris.*

Posta Rosada: *M. quadriceps femoris, M. vastus lateralis, M. vastus medialis, M. vastus intermedius y M. rectus femoris*.

Lomo Vetado: *M. iliocostalis thoracis, M. longissimus thorasis, M. spinalis et M. semispinalis thoracis, M. intertransversarii thoracis, Mm. Levatores costarum y Mm. Multifidi thoracil.*

Lomo Liso: *M. iliocostalis lumborum, M. longissimus lumborum, M. retractor costae, Mm. Rotator costae, Mm. Intertransversarii lumbalis, Mm trnsversus spinalis y Mm. Multifidi*.

Filete: *M. psoas major, M. psoas minor, M. iliacus y M. quadratus lumborum*.

Previo a un ayuno de 24 horas, fueron pesados de manera individual, en una báscula romana marca ISIRE Mod RG-1500 (cap. 1500 kg) (China) y evaluados con un ecógrafo Mindray DP-6600 VET (Digital Ultrasonic Diagnostic Imaging System, China), transductores 75L60EA y 35C50EA, utilizando un "stand off" o acoplamiento para la óptima obtención de las imágenes. Todas las mediciones con ecógrafo se realizaron en el espacio intercostal entre la 9ª y 10ª costilla, y a 5 cm de la espina dorsal hacia la izquierda. En cada medición se tomaron tres imágenes ecográficas por animal.

Se procedió a estimar el AOLT, utilizando el modelo propuesto anteriormente con los datos de 212 novillos. Las mediciones para la profundidad del AOLT se realizaron con el transductor 35C50EA, con una frecuencia de 3,5 MHz y a una profundidad de 12,9 cm (FIG. 2).

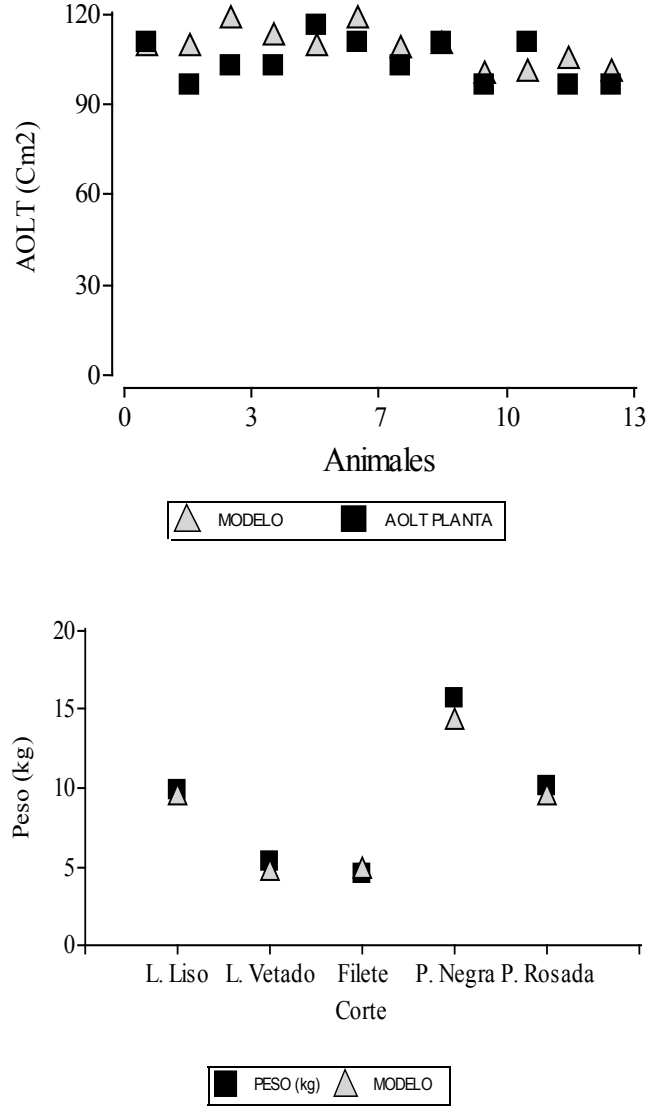

FIGURA 2. COMPARACIÓN DEL AOLT (cm²) PREDICHO POR EL MODELO Y LA MEDICIÓN DE LA PLANTA FAENADORA Y ENTRE PESOS (kg) REALES POR CORTES Y PREDICHOS POR LOS MODELOS.

En la actualidad, la calidad de la carne bovina se mide *post mortem* en la canal; siendo una alternativa la medición *in vivo* por medio de ultrasonido. A través de una imagen ecográfica es posible definir los componentes del músculo a partir de la frecuencia relativa de cada pixel, utilizando para ello el método propuesto por Campos y col. [6].

Los animales evaluados fueron sacrificados, permaneciendo sus canales en la sala de maduración por 48 horas a 2ºC, luego fueron despostados en la misma planta faenadora. Posterior al desposte, se pesaron los cortes en una balanza de precisión de sobrepiso con una capacidad de 64 kg (Modelo ATK, Japón).

Con los datos del primer grupo (50 vacunos), se procedió a realizar un análisis de regresión lineal múltiple [38], en donde la variable predicha es el peso de cada corte y las predictivas son: peso vivo (kg), los componentes del músculo obtenidos de la agrupación de pixeles por imagen (G1, G2 y G3), la grasa de cobertura (GC) y el AOLT obtenida del modelo seleccionado en la etapa anterior [6] utilizando el software Idrisi Selva [9]. Las variables GC y componentes del músculo G1, G2 y G3 fueron transformadas mediante la aplicación Escores Normales (NSC_) [4] para corregir los problemas de heterocedasticidad y residuos normales. El análisis de regresión se realizó bajo el procedimiento Stepwise [6] generándose cinco modelos óptimos por corte, utilizando como criterio de selección de los modelos, aquellos que tuvieran el menor valor del Cuadrado Medio del Error (CME) [38].

Para estudiar diferencias en la capacidad predictiva de cada uno de los cinco modelos seleccionados por corte, se utilizaron los datos transformados obtenidos de los 24 vacunos que no se utilizaron en la etapa anterior. Se evaluaron los modelos y se compararon los pesos de cada corte, mediante análisis de varianza no paramétrico, utilizando para ello el modelo de Kruskal y Wallis [19]. Posteriormente de cada corte se seleccionó un modelo.

Validación de los modelos

Los modelos generados en las etapas anteriores (AOLT y uno por corte) fueron validados usando datos de 14 bovinos sacrificados para satisfacer una marca *Premium*; éstos bovinos fueron pesados de manera individual, previo al destare o ayuno de 24 horas previo al faenamiento, en una romana marca ISIRE Mod RG-1500 (cap. 1500 kg) (China), y evaluados con un ecógrafo en la manga de retención previo al ingreso al patio de sacrificio.

La validación del modelo para AOLT se realizó comparando las estimaciones realizadas con los 14 bovinos *ante mortem* y las medidas de AOLT *post mortem* a través del método de Porte [28]. Por su parte, la validación de los modelos por corte se realizó con los pesos reales de los cortes obtenidos de los mismos 14 bovinos. Para la comparación se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon [10], con un 95% de significancia. Los análisis estadísticos se realizaron por medio del software Infostat [4].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la TABLA I se muestran las medias, desviaciones estándar (DE), mínimos (Min) y máximos (Max) de los pesos en caliente de todas las canales evaluadas, expresadas en medias canales. Se observó un promedio (Media ± DE) en canal caliente de 244,7 ± 19,9 kg.

TABLA I

MEDIDAS DE RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ANIMALES DEL ESTUDIO. MEDIAS, DESVIACIONES ESTÁNDAR (DE), VALORES MÍNIMOS (MIN), MÁXIMOS (MAX) Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV%)

Variables	N	Media	DE	Min	Max	CV%
PCC $_{\text{Canal Izquierda}}$ (kg)	212	122,42	19,10	86,00	196,00	15,60
PCC $_{\text{Canal Derecha}}$ (kg)	212	122,34	18,70	82,00	191,00	15,29
a $_{\text{Canal Izquierda}}$	150	13,07	0,89	10,01	15,29	6,80
a $_{\text{Canal Derecha}}$	150	12,99	0,93	10,44	15,34	7,16
b $_{\text{Canal Izquierda}}$	150	11,16	1,18	7,11	14,45	10,57
b $_{\text{Canal Derecha}}$	150	11,10	1,26	7,77	14,78	11,35
GC (cm)	74	0,970	0,091	0,826	1,170	9,37
AOLT (cm^2)	74	82,23	24,80	95,32	116,15	30,16
PV (kg)	74	456,73	43,90	315,00	563,00	9,61
G1	666	0,710	0,196	0,113	0,989	27,61
G2	666	0,260	0,179	0,008	0,764	68,94
G3	666	0,003	0 ,030	0,002	0,136	101,31

PCC: Peso en caliente de medias canales. a: Ancho (cm); b: Profundidad (cm). **GC:** Grasa de cobertura; AOLT: Área del Ojo del Lomo Total; PV: Peso Vivo; Desv. Est.: Desviación Estándar; CV%: Coeficiente de Variación Porcentual; G1, G2 y G3: agrupación de pixeles por imagen, que corresponde al promedio de las 3 muestras por animal con tres repeticiones.

El rendimiento en canal caliente (relación porcentual existente entre el peso vivo y el peso de la canal en caliente) de los animales seleccionados para carnes de categoría *Premium* varía entre un 52 a 55%, según Campos y col. [5]. De acuerdo a ello, el peso vivo promedio estimado para los 212 novillos varió entre 470,6 y 445,0 kg.

Para lograr una aproximación del AOLT a partir del área de la elipse, $A= ab\pi$, se obtuvieron datos de profundidad (b) y ancho (a) del ojo del lomo total (AOLT) medidos con pie de metro en las medias canales, luego del cuarteo, en frío y antes del desposte. La TABLA I muestra las medias, DE, Min y Max de las 150 canales expresadas como media canal derecha e izquierda. Se obtuvo un valor “a” promedio de 12,99 ± 0,93 cm y un valor “b” promedio de 11,10 ± 1,26 cm para la media canal derecha y un valor “a” promedio de 13,07 ± 0,89 cm y un valor “b” de 11,16 ± 1,18 cm para la media canal izquierda, lo que permite calcular la razón R para ambas canales y cuyos valores son 1,17 ± 0,07 para la media canal derecha y 1,17 ± 0,08 para la media canal izquierda. Con dichos valores fue posible construir los siguientes modelos para realizar la aproximación del AOLT:

$$AOLT_{Canal\ Derecha} = 10{,}29b_{Canal\ Derecha}$$

$$AOLT_{Canal\ Izquierda} = 10{,}27b_{Canal\ Izquierda}$$

En la TABLA II se muestran los resultados del análisis de varianza entre el AOLT estimado a partir de los modelos y el calculado por la planta faenadora. Se observa que no existen diferencias estadísticas significativas (P > 0,05) entre los modelos y la medición realizada por la planta, lo cual permite concluir que es indistinto las medias canales (izquierda o derecha) que se utilice para estimar el AOLT.

TABLA II

COMPARACIÓN DE LOS MODELOS PARA ESTIMAR EL AOLT (cm2) POR CANAL DERECHA E IZQUIERDA Y EL MEDIDO POR LA PLANTA FAENADORA DE ACUERDO AL MÉTODO PROPUESTO POR PORTE (1994B)

Modelo	AOLT (cm^2)	N
MODELO $AOLT_{canal\ izquierda}$	114,65 a	62
MODELO $AOLT_{canal\ derecha}$	114,52 a	62
PLANTA	113,80 a	62
CV %	12,09	

Letras distintas indican diferencias significativas (P< 0,05), según Duncan.

Para la generación de los modelos de rendimiento al desposte se trabajó con un grupo homogéneo en peso y conformación de 74 vacunos productores de carne, seleccionados para mercado nacional *Premium*. Las medidas de resumen se muestran en la TABLA I, en donde los coeficientes de variación porcentual más bajos corresponden a GC 9,37 y de 9,61 % para el PV, lo que indica la homogeneidad de los animales. Las variables con mayor variación fueron AOLT con un 30,16%, G2 y G3 con CV% sobre el 40%, destacando G3 sobrepasando el 100%. La variación encontrada en G2 y G3, puede deberse a que presentan valores numéricos bajos, por lo cual los datos empleados en el análisis estadístico fueron transformados a escores normales (NSC_) [4].

La variable grasa de cobertura tiene una relación inversa con el rendimiento de los cortes [11], ya que al aumentar la capa de grasa depositada sobre el músculo *Longissimus,* el rendimiento general de los cortes disminuye [14]. Por ello, el espesor de grasa en el lomo es la medida corporal que más se asocia negativamente al rendimiento en cortes magros. A pesar de ello, es deseable una delgada capa de grasa porque sirve de envoltorio natural de la canal y sus cortes debido a que previene su desecación y mermas, protegiendo al músculo frente a microorganismos y disminuyendo el encogimiento de los cortes al ser expuestos a temperaturas extremas [14].

Por cada corte se generaron cinco ecuaciones capaces de predecir el rendimiento (kg) utilizando datos de 50 animales.

Al reemplazar los datos de los 24 animales restantes en los modelos seleccionados en la etapa anterior (5 por corte) y al realizar el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis [19] a los cinco modelos por corte, se concluye que no existen diferencias estadísticas significativas entre los modelos (P> 0,05) para cada corte, estando los pesos de cada corte dentro de los rangos reportados por Klee [18].

Al no existir diferencias estadísticas significativas (P > 0,05), se eligió un modelo por cada corte incluyendo las variables que influyen en el rendimiento al desposte (AOLT, GC, Peso Vivo) [2, 3, 5, 7, 8, 13, 27], minimizando la incorporación de los componentes del músculo; G1, G2 y G3.

De acuerdo a MacNeill [22], la ecuación que mejor predice la variable dependiente es aquel modelo con mayor valor de R^2_{aj}, y menor CME, aunado al sentido práctico de la selección, con base en el número de variables involucradas.

En la TABLA III se observan los modelos seleccionados por corte y sus correspondientes estadísticos. Los valores de los coeficientes de regresión ajustado (R^2_{aj}) indican que la ecuaciones seleccionadas en la segunda etapa explican un 98 y 99 % el peso de los cortes, valores altamente significativos (P < 0,01).

TABLA III

ECUACIONES DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE Y ESTADÍSTICOS DE PRUEBA PARA ESTIMAR EL RENDIMIENTO AL DESPOSTE DE LOS CORTES; LOMO LISO, LOMO VETADO, POSTA NEGRA, FILETE Y POSTA ROSADA

Corte (kg)	Ecuación	R^2_{aj}	CMError
L. Liso	-0,01+0,02PV-0,002NSC_GC+0,000014AOLT	0,99	4,2E-05
L. Vetado	-0,04+0,01PV+0,000055AOLT-0,00088NSC_GC-0,00048NSC_G3	0,99	1,3E-05
P. Negra	-0,04+0,03PV-0,0042NSC_GC+0,00015AOLT	0,98	9,6E-05
Filete	0,0012+0,01PV-0,0014NSC_GC-0,00047NSC_G2	0,99	1,3E-05
P. Rosada	-0,04+0,02PV-0,0021NSC_GC+0,000062AOLT	0,98	3,7E-05

L. Liso: Lomo Liso, L. Vetado.: Lomo Vetado, P. Negra.: Posta Negra, P. Rosada.: Posta Rosada, AOLT: Área del Ojo del Lomo Total. GC: grasa de cobertura, NSC_G1, NSC_G2 y NSC_G3, componentes del músculo, R²aj: Coeficiente de Regresión Ajustado. CME: Cuadrado medio del error.

Las variables incluidas en los modelos presentados fueron medidos con el equipo ecográfico, en una sola imagen. Los valores de los estadísticos indican que los modelos permiten realizar una buena estimación del peso de los cortes evaluados.

En la FIG. 3 se observan los valores del AOLT medidos por la planta faenadora, a través del método propuesto por Porte [29] y los predichos por el modelo. Al realizar la prueba de Wilcoxon [10], se demuestra que no existen diferencias significativas (P > 0,05) entre ellos.

En el FIG. 4 se observan los kilogramos predichos por los modelos de rendimiento seleccionados en la etapa anterior y los datos reales obtenidos en la planta faenadora, resultados correspondientes a los mismos animales.

Al observar los resultados por corte y al aplicar la prueba no paramétrica de Wilcoxon, no existen diferencias significativas (P > 0,05) entre ambos valores. Por lo tanto, es posible entonces obtener, a través de ecuaciones de predicción, valores estimativos confiables de cantidad de carne total de la canal, demostrando que usando ecuaciones de predicción con variables medidas en el animal *in vivo*, se puede llegar a conocer con un alto grado de exactitud el rendimiento al desposte de la misma.

La propuesta de estas ecuaciones de predicción es un primer paso para que los frigoríficos puedan de este modo contar con un criterio objetivo de evaluación *in vivo* y los productores ajusten su oferta a los requerimientos de los mercados. El uso de un sistema rápido y preciso como el ultrasonido permitiría que la industria aplique criterios objetivos de rendimiento en sus compras y oriente a los productores a través de precios diferenciales y con ello lograr optimizar la selección de animales de acuerdo al mercado.

CONCLUSIONES

En conclusión, a través del área de la elipse y mediante modelos predictivos utilizando variables medidas con ultrasonido, es posible estimar in vivo el AOLT y el peso de los cortes de mayor valor comercial en animales destinados a producir carnes *Premium* para el mercado chileno.

AGRADECIMIENTO

Se agradece el financiamiento del proyecto “Modelamiento de la calidad de carne bovina PampaVerde® utilizando ultrasonido”. Dirección de Investigación Universidad de Concepción (DIUC Nº210.121.013-1.0), Chile. A las plantas faenadoras: Carnes Ñuble S.A., Frigosur Ltda y Agrolomas, por permitir realizar las evaluaciones en las canales bovinas y a los revisores del artículo, por su tiempo y aportes que enriquecieron el mismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] AASS, L.; GRESHAM, J.; KLEMETSDAL, G. Prediction of intramuscular fat by ultrasound in lean cattle. **Livest. Sci**. 101(1-3): 228-241. 2006.

[2] ABRAHAM, H.C.; MURPHY, C.; CROSS, H.R.; SMITH, G.C.; FRANKS, J.R.; Factors affecting beef carcass cutability: An evaluation of the USDA yield grades for beef. **J. Anim. Sci**. 50(5): 841-851. 1980.

[3] ATENCIO-VALLADARES, O.; HUERTA-LEIDENZ, N.; JEREZ-TIMAURE, N. Predicción del rendimiento en cortes de carnicería de bovinos venezolanos. **Rev. Científ. FCV-LUZ** XVIII (6): 704-714. 2008.

[4] BALZARINI, M.G.; GONZÁLEZ, L.A.; TABLADA, E.M.; CASANOVES, F.; DI RIENZO, J.A.; ROBLEDO, C.W.; Infostat: software estadístico. Manual del Usuario. Versión 1. Brujas Argentinas. Córdoba, Argentina. 2008.

[5] CAMPOS, J., GONZÁLEZ, P.; DOUSSOULIN, M.; TIMA, M.; WILLIAMS, P. Predicción del índice de calidad en canales bovinas para mercado chileno de elite mediante modelación matemática. **Arch. Med. Vet**. 41(2): 157-161. 2009.

[6] CAMPOS, J.; DE PEDRO, E.; ITURRIAGA, D.; ASTUDILLO, R.; BASSO I.; CABAS, J. Modelos predictivos de niveles de Marmorización en Novillos Mestizos Wagyu generados por Ultrasonografía y Tratamiento de Imágenes. **Rev. Científ. FCV-LUZ** XXV (2): 116-122. 2015.

[7] CROUSE, J. D.; DIKEMAN, M. E. Determinants of retail product of carcass beef. **J. Anim. Sci**. 42(3): 584 – 591. 1976.

[8] CROUSE, J. D.; DIKEMAN, M.E.; KOCH, R.M.; MURPHY, C.E. Evaluation of traits in the U.S.D.A. yield grade equation for predicting beef carcass cutability in breed group differing in growth and fattening characteristic. **J. Anim. Sci**. 41(2): 548-553. 1975.

[9] EASTAM, J. R.; Software Idrisi Selva (Worcester, MA: Clark University). 2012.

[10]FAGERLAND, M.; SANDVIK, L. The Wilcoxon- Mann-Whitney test under scrutiny. **Statist. Med**. 28: 1487 – 1497. 2009.

[11]FORREST, J.C.; ABERLE, E.; HEDRICK, H.; JUDGE, M.; MERKEL, R. Factores que afectan la calidad de la canal y de la carne bovina en la explotación ganadera In: **Fundamentos de ciencia de la carne.** 2da Ed. Acribia. Zaragoza, España. Grasa de cobertura. 365pp. 1979.

[12] GUITOU, H.; MONTI, A.; SUTZ, G.; BALUK, E. I. Interpretación y uso correcto de las diferencias esperadas entre progenie (DEP’s) como herramienta de selección para la calidad de carne. Segunda parte. **Rev. Col. Cien. Pec**. 20(3): 363-376. 2007.

[13] HAMLIN, K. E.; GREEN, R. D.; PERKINS, T. L.; CUNDIFF, L.V.; MILLER, M.F. Real-time ultrasonic measurement of fat thickness and longissimus muscle area: I. Description of age and weight effects. **J. Anim. Sci**. 73(6): 1713-1724. 1995.

[14] HUERTA, N. La experiencia Venezolana en la implantación de sistemas de clasificación de ganado y canales bovinas. En: **XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal**. ULA-Trujillo, Octubre 22-26, Venezuela. Pp 1-20. 2002.

[15]INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Ganado bovino - terminología y clasificación. NCh 1423: of. 94. Santiago, Chile. 1994.

[16] INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Cortes menores o básicos de la carne de bovino. NCh 1596: of. 1999. Santiago, Chile. 1999.

[17] INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Canales de bovinos - definiciones y tipificación. NCh 1306: of. 2002. Santiago, Chile. 2002.

[18] KLEE, G. Los secanos de la precordillera andina de Bío-Bío pueden producir buenos cortes Hilton. **Esp. Agríc**. 2: 4-5. 2006.

[19] KRUSKAL, W.; WALLIS, A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. **J. Am. Stat. Assoc**. 260(47): 583-621. 1952.

[20] LEVENE, H. Robust Test for Equality of Variance. In **Contributions to Probability and Statistics.** Z. Olkin, Ed. Stanford University Press, Palo Alto, CA. Pp 278-292. 1960.

[21] LÓPEZ, M.; RUBIO, M. Tecnologías para la evaluación objetiva de las canales de animales de abasto. **Vet. Méx**. 29(3): 279-289. 1998.

[22] MACNEILL, M.D. Choice of a prediction equation and the use of the selected equation in subsequent experimentation. **J. Anim. Sci**. 57(5): 1328-1337. 1983.

[23]MAHIBBUR, R.M.; GOVINDARAJULU, Z. A modification of the test of Shapiro and Wilks for normality. **J. Appl. Stat.** 24(2):219-235. 1997.

[24] NELDER, J.A. The Statistics of Linear Models: Back to Basics. **Statist. and Comput**. 4:243-256. 1994.

[25] PERKINS, T.L.; GREEN, R.D.; HAMLIN. K.E. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **J. Anim. Sci**. 70(4): 1002-1010. 1992.

[26] POPESKO, P. Toro: musculatura profunda de la columna vertebral. Vista desde la izquierda. En: **Atlas de anatomía topográfica de los animales domésticos:** Tomo II. Salvat. Barcelona, España. Pp 24. 1981.

[27] PORTE, E. Proceso de engorda. En: **Producción de carne bovina**. 4a. Ed.. Universitaria. Santiago, Chile. Pp 200-204. 1994a.

[28] PORTE, E. Clasificación de ganado en pie y tipificación de canales. En: **Producción de carne bovina**. 4a. Ed. Universitaria. Santiago, Chile. Pp 281-289. 1994b.

[29] PORTE, E.; GODOY. M. Evaluación de la canal. En: E. Porte (Ed.). **Producción de carne bovina.** 4a. Ed. Universitaria. Santiago, Chile. Pp 290-299. 1994c.

[30] PORTE, E. Rendimientos y cortes de carne. En: **Producción de carne bovina**. (4a. Ed.). Universitaria. Santiago, Chile. Pp 299-311.1994d.

[31] RAMÍREZ, R. Crecimiento y desarrollo. En: E. Porte (Ed.). **Producción de carne bovina.** 4a. Ed. Universitaria. Santiago, Chile. Pp 186-199. 1994.

[32] SAÑUDO, C. Qualidade da carcaça e da carne ovina e caprina em face ao desenvolvimento da percepção do consumidor. **Rev. Bras. Zoot.** 37 (Suplemento Especial): 143-160. 2008.

[33] SCHNETTLER, B.; MANQUILEF, O.; MIRANDA, H. Atributos valorados en la selección de carne bovina por el consumidor de supermercados de Temuco, IX región de Chile. **Cien. Investig. Agrar**. 31(2): 91-100. 2004.

[34] SCHNETTLER, B.; SILVA, R.; SEPÚLVEDA, N. Consumo de carne en el sur de Chile y su relación con las características sociodemográficas de los consumidores. **Rev. Chil. Nutr**. 35(1): 262-270. 2008.

[35] TEIRA, G.; PERLO, F.; BONATO, P.; TISOCCO, O. Calidad de carnes bovinas. Aspectos nutritivos y organolépticos relacionados con sistemas de alimentación y prácticas de elaboración. **Cien. Doc. Tecnol**. 17(33): 173-193. 2006.

[36] TORRES, A. Predicción de la composición de la carcasa en ganado de carne usando el ultrasonido. 2002. Universidad Nacional de Río Cuarto. En Línea: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/ecografia_ultrsonido/30-prediccion_carcasa.htm. 10/04/2009.

[37] VARGAS, G.; FOSTER, W.; RADDATZ, M. Divergencia en la organización de la industria cárnica: un análisis comparativo de Estados Unidos y Chile. **Cien. Inv. Agrar. Cien**. 31(2): 75-90. 2004.

[38] WEBSTER, A. Regresión Lineal Múltiple, Análisis de Varianza. In: **Estadística aplicada a los negocios y la economía.** 3a. Ed. Irwin McGraw-Hill. Santa Fe de Bogotá, Colombia. 640 pp. 2000.

[39] YOKOO, M.J.; ALBUQUERQUE, L.G.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; ARAUJO, F.R.C.; SILVA, J.A.V.; SAINZ, R.D. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. **Livest. Sci**. 117(2-3): 147-154. 2008.