

# MODELOS PARA PREDECIR EL RENDIMIENTO CARNICERO DE UNA CANAL UTILIZANDO MEDICIONES IN VIVO Y POSTMORTEM

G. Brito, R. San Julián, J.M. Soares de Lima, S. Luzardo, M. del Campo, X. Lagomarsino, F. Montossi

## Introducción

El sistema de clasificación de canales consiste en un mecanismo de comunicación entre productores, industriales y consumidores, determinando el tipo de animal requerido por el mercado. Tiene como objetivo definir la calidad de las canales y de la carne utilizando criterios homogéneos, agrupándolos en distintas categorías según sus características y describiendo el valor de las mismas en términos útiles para la industria de la carne.

La clasificación es definida por ciertos autores como un procedimiento por la cual la canal, los cortes de carne fresca o de los productos cárnicos son segregados en base a rasgos de importancia económica.

Estos Sistemas de Clasificación deben ser dinámicos considerando entre otros la evolución de las exigencias de la demanda, tanto externa como interna; la composición del rodeo nacional y las estadísticas de las faenas en cuanto a las categorías de animales, su peso y terminación y la edad de los mismos. Las experiencias a nivel internacional confirman este proceso donde las modificaciones que se introducen en estos sistemas resultan de cambios en la alimentación y en los sistemas de producción, de la introducción de nuevas tecnologías, de incrementos de la demanda de carne de mejor calidad o bien de variaciones en los hábitos de consumo.

## Variables a considerar

### a) Peso de canal caliente

El peso de una canal, representa la cantidad total de producto disponible. Para algunos especialistas constituye la medida más simple y precisa de la canal. Influye sobre el tamaño de los cortes que serán producidos y las eficiencias de producción. Las canales demasiado grandes o chicas comprometen las eficiencias asociadas a manipulación, tamaño de la caja, altura de los rieles para el procesado, entre otros.

### b) Componentes de la canal

Por canal ideal se entiende como “aquella que tiene un máximo de músculo, mínimo de hueso y una cantidad adecuada de grasa”. La variabilidad potencial de esos tejidos, desde el más hasta el menos variable son la grasa, el músculo y el hueso. El producto neto comestible para el consumidor incluye el músculo sin hueso y con el trimming de grasa necesario (grasa separable). Algunos Sistemas de Tipificación intentan determinar el porcentaje de producto comestible y contienen variables que miden el tejido muscular y el tejido graso. Los predictores del músculo incluyen estimaciones visuales (ej: grado de conformación: convexidad de los perfiles corporales), circunferencias de músculos seleccionados (ej: perímetro de la pierna) y áreas de sección transversal, como lo es el área del ojo del bife en la intersección de la 12-13<sup>a</sup> costilla. Esta última se utiliza por sí sola o en combinación con otras medidas para estimar mediante una ecuación el rendimiento carnicero. Una de las limitantes que presenta es la variación en el cuarteo de la canal, pudiendo realizarse entre la 5-6<sup>a</sup>, 10-11<sup>a</sup> o 12-13<sup>a</sup> costilla, dependiendo del destino de los cortes.

Los predictores comunes de grasa comprenden estimaciones visuales (ej: grado de determinación) y mediciones objetivas de grasa (ej: espesor de grasa subcutánea entre la 12-13<sup>a</sup> costilla). Esta medición objetiva está relacionada al rendimiento. Al aumentar la cobertura de grasa, el rendimiento carnicero de esa canal disminuye.

La desventaja que esta presenta radica en que es una medida puntual, por lo que deberá ajustarse por la uniformidad del engrasamiento de la canal para contar con una evaluación total de la terminación.

La predicción confiable de la composición del animal *in vivo* y su canal es crítica para todos los segmentos de la cadena cárnica. El beneficio de una correcta estimación a nivel del productor se refleja en un mayor conocimiento del ganado clasificando los animales en 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. A nivel de los frigoríficos, las ventajas radican en comprar productos que se ajusten a las demandas de sus compradores (homogeneidad) y que presenten un mayor rendimiento carnicero. La ultrasonografía, el análisis por video imagen, la conductividad del cuerpo, los rayos infrarrojos, constituyen una serie de tecnologías que se utilizan, en diferente medida, para pronosticar la composición de la canal.

El objetivo de este trabajo consiste en incorporar mediciones objetivas que permitan predecir características de rendimiento carnicero y de calidad de carne a través del desarrollo de modelos que consideren las variables medidas *in vivo* y *postmortem*. Estas variables podrán ser utilizadas en las transacciones comerciales siguiendo los cambios que ocurren en las mismas y que inciden en el valor industrial de la carne producida por Uruguay.

### Metodología

La actividad experimental consistió en recabar información del peso vivo (PVv), y registros de composición corporal por ultrasonido, procedentes de trabajos experimentales y acuerdos con instituciones o grupos de productores. Se registró área del ojo del bife por ultrasonido (AOBu) entre la 12-13ª costilla, espesor de grasa subcutánea por ultrasonido (EGu) en el mismo punto que la medida anterior. En el frigorífico se determinó peso de canal caliente (PCC) y conformación y terminación según el Sistema Oficial (INAC, 1997). Al momento del cuarteo, se registraron los siguientes datos: el área del ojo del bife (AOBf) y espesor de grasa subcutánea entre la 10-11ª costilla (EGf) y peso del corte pistola (CP).

Posterior al cuarteo las canales fueron desosadas por el personal entrenado de la planta frigorífica, siguiendo el protocolo establecido según corte tipo Reino Unido (5% cobertura de grasa) para los cortes del trasero (corte pistola). Los cortes fueron pesados individualmente sumándole el peso de los huesos para calcular el peso total. El peso total recuperado del corte pistola fue calculado considerando el peso de los huesos, de los recortes de músculo y grasa y del tejido conectivo. Conocida la cobertura de grasa, el calibre (peso) de los cortes y el pH final, los cortes fueron clasificados de acuerdo al cumplimiento del estándar prefijado.

### Análisis estadístico

A partir de características determinadas en el animal vivo y en características registradas en la canal se realizaron modelos para predecir el peso de la canal caliente, del corte pistola, del bife, del Rump & Loin (lomo, bife y cuadril), de los principales cortes valiosos del pistola (lomo, bife, cuadril, nalga de adentro, nalga de afuera, bola de lomo y colita de cuadril) y del total de cortes del pistola, así como el de los huesos y la grasa y modelos de predicción de las mismas variables pero en función de la proporción de la canal caliente y del pistola.

En el Cuadro 1 se muestran los cortes que surgen del corte pistola con los respectivos nombres de los músculos.

Cuadro 1. Descripción de los músculos que conforman el cuarto pistola

Nombre del corte	Nombre del músculo
Lomo	<i>Psoas mayor, Psoas menor, Iliaco y Cuadrado lumbar.</i>
Bife	<i>Longissimus dorsi, Longissimus costarum, Intertransversales lumborum, Trapezius y parte del Serratus, Rhomboideus y Deltoideus</i>
Cuadril	<i>Gluteus superficialis, medius y profundus, Biceps femoris.</i>
Nalga de adentro	<i>Sartorio, Recto interno (planos superficiales), Pectíneo, Aductor y Semi membranoso (planos profundos)</i>
Nalga de afuera	<i>Biceps femoris, Semitendinoso.</i>
Bola de lomo	<i>Cuadriceps femoris</i>
Colita de cuadril	<i>Tensor fasciae latae</i>
Tortuga	<i>Gastrocnemius</i>
Garrón	<i>Flexor digitalis longus</i>

Fuente: Manual de Carnes Bovina y Ovina, INAC 2006

Las variables tenidas en cuenta en el animal vivo fueron peso vivo vacío, área de ojo de bife y espesor de grasa subcutánea, estas últimas registradas por ultrasonido a nivel de la 12 – 13<sup>er</sup> costilla en el músculo *Longissimus dorsi*, previo al momento de faena.

Las variables registradas *postmortem* fueron peso de canal caliente, peso de canal enfriada, peso del corte pistola y de los cortes que surgen del mismo (lomo, bife, cuadril, nalga de adentro, nalga de afuera, bola de lomo, colita de cuadril, tortuga y garrón), así como el peso de los huesos y de la grasa. También se registro el área de ojo de bife medido con acetato y el espesor de grasa medido con regla graduada a nivel de la 10 – 11<sup>a</sup> costilla en el músculo *Longissimus dorsi*.

Los modelos se realizaron a partir de datos provenientes de novillos de diversas regiones del país, engordados en diferentes sistemas de alimentación y con edad variable al momento de la faena. Los datos *postmortem* fueron registradas en diferentes plantas frigoríficas del país.

La creación de los modelos se realizó en tres etapas. La primera fue teniendo en cuenta únicamente los registros de los animales vivos, de los cuales se disponía de datos de 696 novillos, la segunda tomando solo los datos *postmortem*, que incluían 864 canales de novillos, y la última teniendo en cuenta los registros *in vivo* y *postmortem* donde se obtuvo un total de 427 canales de novillos. En la presentación de dichos modelos, se mostrarán primero los de regresión simple, que incluyen una variable y posteriormente los de regresión múltiple contemplando las variables estudiadas, a través del procedimiento *stepwise*.

Los análisis estadísticos se realizaron a través de los procedimientos MEANS, CORR y REG (con las opciones RSQUARE y STEPWISE) del SAS.

Se determino el promedio de cada variable, así como el mínimo y máximo de las mismas en cada población estudiada. Los estadísticos de dispersión considerados fueron el coeficiente de variación (CV) y el desvío estándar (DE).

También se llevo a cabo el análisis de correlación entre las distintas variables medidas en el animal vivo, registradas en la canal o en la mesa de desosado (pesos de cortes del trasero, pesos de los huesos y de los recortes de grasa y carne). Para la correlación se utilizó el coeficiente simple de Pearson (r). Para calificar los coeficientes como altos, moderados o bajos, se utilizó el criterio de alto  $\geq 0,7$ ; moderado de 0,5 a 0,7 y bajo  $\leq 0,5$ . El desarrollo de las ecuaciones predictivas se realizó mediante el procedimiento de regresión lineal simple y regresión múltiple. Las ecuaciones fueron evaluadas a partir de criterios de selección estándar, tales como R<sup>2</sup>, cuadrado medio del error (CME) y coeficiente de Mallows (Cp).

## Resultados

### A) Modelos de predicción de la canal a partir de características *in vivo*

Sobre un base de 696 novillos se presenta en el Cuadro 2 los promedios, los estadísticos de dispersión considerados (coeficiente de variación (CV) y desviación estándar (DE)), y los valores mínimos y máximos de las variables de peso registradas para esta población, y en el Cuadro 3 para las variables en porcentaje de la canal caliente, la canal enfriada y el corte pistola.

Cuadro 2. Promedio (kg), desvío estándar (kg), coeficiente de variación (%), mínimo y máximo de cada variable (kg)

Variable	Media	DE	CV	Mínimo	Máximo
Peso vivo vacío - PVV (kg)	477,6	46,7	9,8	309	640
AOB ultrasonido- AOBu (cm <sup>2</sup> )	63,7	10,4	16,3	38,0	110,2
EG ultrasonido - EGu(mm)	6,9	2,6	37,7	2,0	15,3
Peso canal caliente - PCC (kg)	253,3	33,0	13,0	161,0	395,2
Peso canal enfriada - PCE (kg)	248,2	33,5	13,5	155,5	390,0
Corte Pistola - CP (kg)	54,4	6,2	11,4	37,5	82,5
Bife (kg)	4,70	0,83	17,7	2,44	7,75
Rump & Loin (kg)	11,45	1,58	13,8	6,77	17,47
Cortes valiosos (kg)	31,85	4,26	13,4	19,44	48,70
Cortes (kg)	35,60	4,67	13,1	22,05	54,27

DE: desvío estándar. CV: coeficiente de variación. AOB: Área de ojo de bife. EG: Espesor de grasa subcutánea. Rump & Loin: lomo, bife y cuadril. Cortes valiosos: Rump & Loin, nalga de adentro, nalga de afuera, bola de lomo y colita de cuadril. Cortes: Cortes Valiosos, tortuga y garrón.

Las medidas mostraron poca variación, con coeficientes de variación relativamente bajos (< a 20 %), a excepción de las variables de grasa que presentaron coeficientes de variación mayores al 30 %, presentando el espesor de grasa medido por ultrasonido a nivel de la 12 – 13<sup>er</sup> costilla un CV de 37,7% y el peso de recorte de grasa un CV de 36,7%, lo que demuestra cierta asociación entre ambas variables, a pesar de tener definido un estándar de corte que incluye cobertura de grasa y de la variación entre cortadores y frigoríficos al preparar cada uno de los cortes mencionados. La variación observada en estas variables, es producto principalmente a los diferentes sistemas de alimentación evaluados en las líneas de investigación de INIA, como en acuerdo con grupos de productores, además de la dada por la composición racial o componente genético, que en estos estudios no fue considerado.

Los resultados de desviación estándar de AOBu observados, no varían en comparación con los resultados obtenidos por Perkin et al. (1992), sin embargo son superiores a los encontrados en los trabajos de Greiner et al. (2003a) y Tait et al. (2005). En cuanto a la desviación observada para el EGu en estos trabajos se observa que la misma es superior, producto del sistema de alimentación dominante, feedlot y el grado de terminación de los animales. Esto determina además que los valores promedios de AOB y EG en los trabajos mencionados son superiores a las del presente estudio.

Al igual que en las variables de peso, las variaciones encontradas en las variables de rendimiento en cortes, en función del PCC y del CP, son relativamente bajas y parecidas entre sí (Cuadro 3), siendo las relacionadas con la grasa (Grasa/PCC y Grasa/CP) las que presentan mayor coeficiente de variación.

Cuadro 3. Promedio, desvío estándar, coeficiente de variación, mínimo y máximo de cada variable en función del peso de canal caliente, enfiada y corte pistola (expresadas en porcentaje)

Variable	Media	DE	CV	Mínimo	Máximo
Pistola / PCC	21,55	0,91	4,22	18,99	25,82
Bife / PCC	1,85	0,18	9,73	1,29	2,37
Bife / Pistola	8,61	0,94	10,90	5,84	11,07
Rump & Loin / PCC	4,52	0,31	6,86	3,54	5,42
Rump & Loin / Pistola	21,02	1,52	7,23	16,51	24,93
Cortes valiosos / PCC	12,59	0,77	6,12	10,11	15,31
Cortes valiosos / Pistola	58,50	3,53	6,03	47,30	68,71
Cortes / PCC	14,08	0,88	6,25	11,33	16,82
Cortes / Pistola	65,38	3,95	6,04	53,16	75,51
Grasa / PCC	1,36	0,44	32,35	0,38	2,74
Grasa / Pistola	6,32	2,07	32,75	1,78	13,73
Huesos / PCC	4,45	0,42	9,44	3,26	5,83
Huesos / Pistola	20,68	1,63	7,88	15,34	25,52

DE: desvío estándar. CV: coeficiente de variación. Rump & Loin: lomo, bife y cuadril. CV: Rump & Loin, nalga de adentro, nalga de afuera, bola de lomo y colita de cuadril. Cortes: CV, tortuga y garrón. PCC: Peso canal caliente.

En el Cuadro 4, se presentan las correlaciones entre el peso vivo vacío (PVv), el área de ojo de bife (AOBu) y el espesor de grasa subcutáneo (EGu). Como puede observarse las relaciones encontradas son moderadas entre el PVv y el AOBu, pero bajas en el resto de las variables, siendo altamente significativas en todos los casos ( $P < 0,01$ ).

Cuadro 4. Relación de las características *in vivo* y características *post mortem* en peso

Variable	AOB ultrasonido	EG ultrasonido
PVv	0,529	0,360
	<,0001	<,0001
AOBu ultrasonido	-	0,473
		<,0001

PVv: Peso vivo vacío. AOBu: área de ojo de bife. EGu: espesor de grasa medido.

En el Cuadro 5, se muestran las correlaciones que resultaron de las variables de interés registradas luego de la faena (peso de la canal caliente, corte pistola, bife, Rump & Loin, cortes valiosos, total de cortes, grasa y huesos), con las variables registradas con el animal vivo (peso vivo vacío, área de ojo de bife y espesor de grasa).

Cuadro 5. Relación de las características *in vivo* y características *postmortem* en peso

	PCC	PCE	CP	Bife	R&L	CV	Cortes	Grasa	Hueso
PVv	0,812	0,805	0,804	0,612	0,690	0,683	0,681	0,371	0,689
	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
AOBu	0,748	0,736	0,696	0,751	0,698	0,734	0,724	0,332	0,357
	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
EGu	0,552	0,537	0,431	0,537	0,462	0,388	0,373	0,515	0,192
	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001

PVv: Peso vivo vacío. AOBu: área de ojo de bife medida con ultrasonido, EGu: espesor de grasa medido con ultrasonido. R&L: lomo, bife y cuadril. CV: R&L, nalga de adentro, nalga de afuera, bola de lomo y colita de cuadril. Cortes: CV, tortuga y garrón.

Las correlaciones encontradas entre estas variables fueron todas altamente significativas ( $P < 0,01$ ). Tanto el PVv como el AOBu mostraron coeficientes de correlación altos con el PCC y CP, coeficientes moderados con los cortes que surgen del corte pistola y coeficientes bajos con el peso de la grasa. Las correlaciones existentes entre el EGu y las variables de peso (PCC, corte pistola, bife, Rump & Loin, cortes valiosos, total de cortes, grasa y huesos) fueron moderadas a bajas.

En los Cuadro 6 y 7, se presentan las correlaciones que resultaron del peso vivo vacío, área de ojo de bife y espesor de grasa por ultrasonido con las variables determinadas *postmortem* (peso de los cortes, grasa y hueso) en función de su proporción con respecto al peso de la canal caliente y cuarto pistola, respectivamente. En los mismos se observa que estas variables se asocian de forma moderada a baja y en su mayoría en forma negativa.

Los coeficientes de correlación son bajos (menores a 0,5), a diferencia de la correlación existente entre Pistola/PCC donde presenta una correlación moderada con el EGu y en el caso de los huesos (ya sea en función del PCC o PCE) donde presentan correlaciones medias entre el AOBu y EGu.

En las correlaciones resultantes de las variables en función del peso del cuarto pistola con las variables estudiadas (Cuadro 7), se observó que en ningún caso se encontraron coeficientes de correlación superiores a 0,5.

En los Cuadros siguientes (Cuadro 8 al 12) se presentan las ecuaciones de predicción realizadas para cada variable en estudio. En los mismos se observa el efecto individual de las variables independientes (PVv, AOBu y EGu) y el efecto de incluir en el modelo los tres factores de predicción. En cada caso aparece marcado el modelo que mejor predice a cada una de las variables observadas, teniendo en cuenta la significancia del modelo, el  $R^2$ , el coeficiente de variación (CV), el cuadrado medio del error (CME) y el coeficiente de Mallows ( $C_p$ ).

Cuadro 6. Relación de las características *in vivo* y *post mortem* según proporción del PCC

	PVv	AOBu	EGu
Pistola / PCC	-0,316	-0,422	-0,527
	<,0001	<,0001	<,0001
Bife / PCC	0,045	0,370	0,259
	0,2339	<,0001	<,0001
Rump & Loin / PCC	-0,118	0,002	-0,093
	0,0019	0,9669	0,0133
Cortes valiosos / PCC	-0,205	-0,016	-0,302
	<,0001	0,6685	<,0001
Cortes / PCC	-0,233	-0,034	-0,343
	<,0001	0,3662	<,0001
Grasa / PCC	0,089	0,076	0,343
	0,0184	0,0464	<,0001
Huesos / PCC	-0,302	-0,597	-0,540
	<,0001	<,0001	<,0001

PVv: Peso vivo vacío. AOBu: área de ojo de bife medida con ultrasonido, EGu: espesor de grasa medido con ultrasonido. Rump & Loin: lomo, bife y cuadril. CV: Rump & Loin, nalga de adentro, nalga de afuera, bola de lomo y colita de cuadril. Cortes: CV, tortuga y garrón. PCC: Peso canal caliente.

En el Cuadro 8, se presentan los modelos de predicción resultantes para el PCC, el peso del corte pistola y la proporción del corte pistola en función del PCC. Como puede observarse, los coeficientes de determinación para la predicción del corte pistola son más bajos cuando se intenta predecir en porcentaje (PCC), que cuando se estudia sobre el peso mismo. Para el PCC y el corte pistola en función de su peso, se observa que la variable

que tiene mayor poder predictivo es el PVv, presentando un R<sup>2</sup> de aproximadamente 0,65 en ambos casos. Al estudiar las variables independientes en forma conjunta se observa que además del PVv, el AOBu tiene un aporte importante en la predicción de estos cortes, al igual que el EGu (aunque en menor medida), presentando estos modelos el mayor R<sup>2</sup> y el menor CME y C (p). Sin embargo cuando se estudia el uso de estas variables para predecir proporción de cortes en función del PCC, en este caso el CP/PCC, el EGu es la variable que explica la mayor variación, seguida por el AOBu.

Cuadro 7. Relación de las características *in vivo* y *postmortem* según proporción del corte pistola

	PVv	AOBu	EGu
Bife / CP	0,157	0,488	0,435
	<,0001	<,0001	<,0001
Rump & Loin / CP	0,065	0,241	0,216
	0,0870	<,0001	<,0001
Cortes valiosos / CP	0,004	0,303	0,058
	0,9075	<,0001	0,1241
Cortes / CP	-0,028	0,251	0,010
	0,4665	<,0001	0,7850
Grasa / CP	0,129	0,132	0,413
	0,0006	0,0005	<,0001
Huesos / CP	-0,190	-0,484	-0,361
	<,0001	<,0001	<,0001

PVv: Peso vivo vacío. AOBu: área de ojo de bife medida con ultrasonido, EGu: espesor de grasa medido con ultrasonido. Rump & Loin: lomo, bife y cuadril. CV: Rump & Loin, nalga de adentro, nalga de afuera, bola de lomo y colita de cuadril. Cortes: CV, tortuga y garrón.

Cuadro 8. Ecuaciones de predicción para el peso de la canal caliente y del cuarto pistola

	Ecuaciones	P	CV	Cp	CME	R <sup>2</sup>
PCC	- 20,19173 + 0,57263 PVv	**	7,6		371,9	0,659
	102,4361 + 2,36872 AOBu	**	8,7		480,1	0,559
	205,47992 + 6,91826 EGu	**	10,9		757,2	0,305
	- 20,19173 + 0,57263 PVv	**		645,8	371,9	0,659
	-30,517 + 0,40746 PVv + 1,40064 AOBu	**		96,0	218,8	0,799
	-22,70781 + 0,38837 PVv + 1,17947 AOBu + 2,22641 EGu	**		4,0	192,9	0,823
CP (kg)	3,24232 + 0,10717 PVv	**	6,8		13,8	0,646
	27,91143 + 0,41635 AOBu	**	8,2		20,1	0,484
	47,37094 + 1,0211 EGu	**	10,3		31,7	0,186
	3,24232 + 0,10717 PVv	**		285,0	13,8	0,646
	1,58616 + 0,08068 PVv + 0,22466 AOBu	**		6,7	9,8	0,748
	1,97684 + 0,07972 PVv + 0,2136 AOBu + 0,11138 EGu	*		4,0	9,8	0,750
CP / PCC (%)	24,47868 - 0,00614 PVv	**	4,0		0,7	0,100
	23,88922 - 0,03677 AOBu	**	3,8		0,7	0,178
	22,80446 - 0,18188 EGu	**	3,6		0,6	0,278
	22,80446 - 0,18188 EGu	**		41,9	0,6	0,278
	23,78573 - 0,14568 EGu - 0,01934 AOBu	**		5,1	0,6	0,316
	24,20623 - 0,14246 EGu - 0,01668 AOBu - 0,00128 PVv	ns		4,0	0,6	0,319

PVv: Peso vivo vacío. AOBu: área de ojo de bife medida con ultrasonido, EGu: espesor de grasa medido con ultrasonido. PCC: Peso canal caliente. CV: Coeficiente de variación. Cp: Coeficiente de Mallows. CME: Cuadrado medio del error. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. \*\* = P<0,01. \* = P<0,05. ns = P> 0,05.

Avanzando en el proceso de desosado, en el Cuadro 9 se presentan los modelos de predicción para el bife, a partir de su peso y en función del PCC y del CP. Al igual que en los modelos anteriores, la predicción a partir de

proporciones presenta menor fuerza predictiva según las características tenidas en cuenta para la elección de los mismos. En forma individual para cada una de las variables estudiadas, los modelos considerados con mayor poder de predicción son altamente significativos ( $P < 0,01$ ) y la variable predictora con mayor peso es el AOBu ( $R^2$  parcial= 0,56), seguida por el PVv. Esto estaría demostrando en cierta forma la relación entre ambas variables (peso del bife y AOBu) y su posible poder predictor. Este poder predictor del AOBu ( $R^2$  parcial= 0,23) del peso del bife, disminuye cuando se trata de predecir la relación Bife/CP, aunque el área del ojo del bife sigue siendo la variable de mayor importancia, seguida por el EGu.

En el Cuadro 10, se presentan los modelos realizados para la determinación del Rump & Loin (según su peso y en % del PCC y CP). El modelo que mejor predice el peso del Rump & Loin está compuesto principalmente por AOBu ( $R^2$  parcial=0,49), seguida por el PVv y por último del EGu. Los modelos para predicción de la relación del R&L con el PCC o con el CP si bien fueron significativos ( $P < 0,01$ ), presentaron un coeficiente de determinación muy bajo.

Cuadro 9. Ecuaciones de predicción para peso del bife y su proporción en relación con el PCC y CP)

	Ecuaciones	P	CV	Cp	CME	R <sup>2</sup>
Bife (kg)	$-0,50098 + 0,01089$ PVv	**	14,0		0,4	0,374
	$0,87856 + 0,05999$ AOBu	**	11,7		0,3	0,564
	$3,52626 + 0,16972$ EGu	**	14,9		0,4	0,289
	$0,87856 + 0,05999$ AOBu	**		187,6	0,3	0,564
	$-0,85042 + 0,0474$ AOBu + $0,0053$ PVv	**		61,0	0,3	0,628
	$-0,63291 + 0,0412$ AOBu + $0,00477$ PVv + $0,062$ EGu	**		4,0	0,2	0,657
Bife/PCC (%)	$1,76771 + 0,00017352$ PVv	ns	9,7		0	0,002
	$1,44389 + 0,00638$ AOBu	**	9,0		0	0,137
	$1,72836 + 0,01768$ EGu	**	9,4		0	0,067
	$1,44389 + 0,00638$ AOBu	**		39,6	0	0,137
	$1,70654 + 0,0083$ AOBu – $0,00080494$ PVv	**		14,8	0	0,169
	$1,7402 + 0,0073$ AOBu – $0,00089$ PVv + $0,0096$ EGu	**		4,0	0	0,184
Bife/CP (%)	$7,10097 + 0,00315$ PVv	**	10,8		0,9	0,025
	$5,8118 + 0,04388$ AOBu	**	9,5		0,7	0,239
	$7,53868 + 0,1545$ EGu	**	9,8		0,7	0,189
	$5,8118 + 0,04388$ AOBu	**		78,1	0,7	0,239
	$5,87803 + 0,03272$ AOBu + $0,09323$ EGu	**		26,2	0,6	0,292
	$7,0877 + 0,04038$ AOBu + $0,10247$ EGu – $0,0037$ PVv	**		4,0	0,6	0,316

PVv: Peso vivo vacío. AOBu: área de ojo de bife medida con ultrasonido, EGu: espesor de grasa medido con ultrasonido. PCC: Peso canal caliente. CV: Coeficiente de variación. Cp: Coeficiente de Mallows. CME: Cuadrado medio del error. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. \*\* =  $P < 0,01$ . ns =  $P > 0,05$ .

Los modelos obtenidos para la predicción de la suma de los cortes valiosos (tanto como para su peso como en porcentaje del PCCy CP) se presentan en el Cuadro 11. Al igual que en los modelos anteriores para predecir el bife y el Rump & Loin en función del PCC y del CP, los modelos de predicción para estas variables en porcentaje son altamente significativos pero con coeficientes de determinación muy bajos. Los modelos que mejor explican la predicción del peso de los cortes valiosos dependen principalmente del AOBu, explicando un 53,8% de la variación en el primer término, seguido por el PVv, representando estas dos variables predictoras el 65,9 % de la variación total del peso de los cortes valiosos.

Estudios sobre la predicción de cortes sin hueso (tanto del delantero como trasero), llevados a cabo por Realini et al. (2001), utilizando como variables independientes el peso vivo final y el espesor de grasa y área de ojo de bife por ultrasonido, mostraron que estas tres variables explican un 80% de la variación existente en la totalidad de estos cortes según su peso y un 37% cuando se intenta predecir como porcentaje del peso de la canal



enfriada. En ambos modelos, la variable EGu fue la que presentó menor significancia. El estudio de Greiner et al. (2003b), presenta resultados similares, siendo el modelo de predicción para el peso del total de cortes sin hueso de la canal el de mayor R<sup>2</sup> (0,83), en comparación al modelo de predicción para la proporción de cortes en función del porcentaje de la canal (R<sup>2</sup>=0,57).

Cuadro 10. Ecuaciones de predicción para el Rump & Loin en kg y en su proporción del PCC y del CP

	Ecuaciones	P	CV	Cp	CME	R <sup>2</sup>
R&L (kg)	0,30171 + 0,02334 PVv	**	10,0		1,3	0,476
	4,70056 + 0,10593 AOBu	**	9,9		1,3	0,487
	9,53043 + 0,27736 EGu	**	12,3		2,0	0,213
	4,70056 + 0,10593 AOBu	**		290,6	1,3	0,485
	-0,21534 + 0,07014 AOBu + 0,01507 PVv	**		19,3	0,9	0,630
	0,01422 + 0,06364 AOBu + 0,0145 PVv + 0,0655 EGu	**		4,0	0,9	0,639
R&L/ PCC (%)	4,90081 - 0,00078765 PVv	**	6,9		0,1	0,014
	4,52158 + 0,00004741 AOBu	Ns	6,9		0,1	-
	4,60166 - 0,01114 EGu	*	6,9		0,1	0,009
	4,90081 - 0,00078765 PVv	**		9,5	0,1	0,014
	4,88116 - 0,0011 PVv + 0,00267 AOBu	*		7,5	0,1	0,020
	4,83916 - 0,0009994 PVv + 0,0039 AOBu - 0,012 EGu	*		4,0	0,1	0,027
R&L/ CP (%)	20,01134 + 0,00212 PVv	Ns	7,2		2,3	0,004
	18,77498 + 0,03528 AOBu	**	7,0		2,3	0,058
	20,1582 + 0,12498 EGu	**	7,1		2,2	0,047
	18,77498 + 0,03528 AOBu	**		16,4	2,2	0,058
	18,82892 + 0,02619 AOBu + 0,07593 EGu	**		8,3	2,2	0,072
	19,9992 + 0,0336 AOBu + 0,08487 EGu - 0,0036 PVv	*		4,0	2,2	0,080

PVv: Peso vivo vacío. AOBu: área de ojo de bife medida con ultrasonido, EGu: espesor de grasa medido con ultrasonido. PCC: Peso canal caliente. PCE: Peso canal enfriada. R&L: Rump & Loin. CV: Coeficiente de variación. Cp: Coeficiente de Mallows. CME: Cuadrado medio del error. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. \*\* = P<0,01. \* = P<0,05. ns = P>0,05.

Cuadro 11. Ecuaciones de predicción para los cortes valiosos en kg y en su proporción del PCC y del CP

	Ecuaciones	P	CV	Cp	CME	R <sup>2</sup>
CV (kg)	2,1403 + 0,06222 PVv	**	9,8		9,7	0,466
	12,74815 + 0,30002 AOBu	**	9,1		8,4	0,538
	27,52251 + 0,62705 EGu	**	12,3		15,4	0,150
	12,74815 + 0,30002 AOBu	**		244,3	8,4	0,538
	0,58169 + 0,21143 AOBu + 0,03729 PVv	**		2,1	6,2	0,659
CV/ PCC (%)	14,21728 - 0,0034 PVv	**	6,0		0,6	0,042
	12,51711 + 0,00121 AOBu	Ns	6,1		0,6	-
	13,20615 - 0,08853 EGu	**	5,9		0,5	0,091
	13,20615 - 0,08853 EGu	**		61,2	0,5	0,091
	12,43397 - 0,11703 EGu + 0,01522 AOBu	**		36,2	0,5	0,124
	13,747 - 0,107 EGu + 0,0235 AOBu - 0,004 PVv	**		4,0	0,5	0,165
CV/ CP (%)	58,33844 + 0,0003327 PVv	Ns	6,0		12,4	-
	51,95472 + 0,10272 AOBu	**	5,8		11,3	0,092
	57,95727 + 0,07811 EGu	Ns	6,0		12,4	0,003
	51,95472 + 0,10272 AOBu	**		31,0	11,3	0,092
	57,29461 + 0,1416 AOBu - 0,01636 PVv	**		6,0	10,9	0,126
	56,914 + 0,1524 AOBu - 0,015 PVv - 0,1086 EGu	*		4,0	10,9	0,131

PVv: Peso vivo vacío. AOBu: área de ojo de bife medida con ultrasonido, EGu: espesor de grasa medido con ultrasonido. PCC: Peso canal caliente. CV: Rump & Loin, nalga de adentro, nalga de afuera, bola de lomo y colita de cuadril. CV\*: Coeficiente de variación. Cp: Coeficiente de Mallows. CME: Cuadrado medio del error. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. \*\* = P < 0,01. \* = P < 0,05. ns = P > 0,05.

Las ecuaciones para la predicción de los recortes de grasa se muestran en el Cuadro 12. La presentación de estos modelos es para determinar si la medición de espesor de grasa de cobertura en el animal vivo por ecografía se relaciona con los recortes de grasa provenientes del desosado, estableciendo en cierta forma una medida de eficiencia en el proceso industrial. Al igual que en las otras variables, el modelo para predecir el peso de los recortes de grasa presentó un mayor R<sup>2</sup> que aquellos obtenidos para proporción de grasa según el PCC o el CP. Esto coincide con el estudio de Realini et al. (2001), donde observaron que los modelos de predicción para el total de grasa de recorte de la canal presentaron mayor R<sup>2</sup> cuando se intentaba predecir la misma en función del peso que en función de la proporción de la canal enfriada, siendo las variables de mayor importancia el EGu y peso vivo final. Para nuestra experiencia (Cuadro 12), el EGu fue seguido por el AOBu.

Cuadro 12 - Ecuaciones de predicción para el recorte de grasa en kg y en su proporción del PCC y del CP

	Ecuaciones	P	CV	Cp	CME	R <sup>2</sup>
Recorte de grasa (RG) (kg)	- 1,33799 + 0,01005 PVv	**	33,99		1,38	0,1377
	0,89467 + 0,0403 AOBu	**	34,53		1,43	0,1099
	1,74987 + 0,24759 EGu	**	31,73		1,18	0,2652
	1,74987 + 0,24759 EGu	**		39,6	1,18	0,2652
	-0,75335 + 0,21066 EGu + 0,00578 PVv	**		2,20	1,12	0,3047
RG/ PCC (%)	0,95876 + 0,0008404 PVv	**	32,2		0,2	0,018
	1,15704 + 0,00319 AOBu	**	32,3		0,2	0,046
	0,9636 + 0,05735 EGu	**	30,4		0,2	0,118
	0,9636 + 0,05735 EGu	**		7,8	0,2	0,118
	1,20409 + 0,06623 EGu - 0,00474 AOBu	**		2,0	0,2	0,128
RG/ CP (%)	3,58785 + 0,00573 PVv	**	32,5		4,2	0,017
	4,65762 + 0,02614 AOBu	**	32,5		4,2	0,017
	4,07835 + 0,32456 EGu	**	29,8		3,6	0,171
	4,07835 + 0,32456 EGu	**		4,6	3,6	0,171
	4,91+ 0,35525 EGu - 0,01639 AOBu	*		2,1	3,5	0,176

PVv: Peso vivo vacío. AOBu: área de ojo de bife medida con ultrasonido, EGu: espesor de grasa medido con ultrasonido. PCC: Peso canal caliente. PCE: Peso canal enfriada. CV: Coeficiente de variación. Cp: Coeficiente de Mallows. CME: Cuadrado medio del error. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. \*\* = P <0,01. \* = P <0,05. ns = P >0,05.

### Consideraciones

De la base de datos disponible y con la utilización del PVv y de las medidas por ecografía de las características carniceras (AOBu y EGu) *in vivo*, podríamos establecer una diferenciación en cuanto a la variable de mayor capacidad predictora según la etapa en que nos encontremos del proceso industrial (con o sin hueso). Al estimar el peso de la canal caliente o del corte pistola, el PVv explica por sí sola entre un 66% y un 49%, de la variación de dichos pesos (PCC y CP, respectivamente). Sin embargo al avanzar en el proceso, la predicción de los principales cortes (bife, R&L y cortes valiosos) estaría más asociada al AOBu con coeficientes de determinación que van de 0,56; 0,49 y 0,54, para cada uno de los cortes mencionados. Valores de R<sup>2</sup> que se incrementan cuando se incorporan las otras variables, principalmente el PVv.

Cuando se trató de predecir la proporción de esos cortes, con y sin hueso, los modelos fueron de bajo poder predictivo con R<sup>2</sup> por debajo de 0,3.

### B. Modelos de predicción de la canal a partir de características *postmortem*

La generación de los modelos de predicción de la canal a partir de características *postmortem* fueron realizados a partir de datos de 864 canales. En los Cuadro 13 y 14 se muestran los promedios, los estadísticos

de dispersión considerados (coeficiente de variación y desviación estándar), y los valores mínimos y máximos de las variable registradas y de las relaciones realizadas entre ellas.

Cuadro 13. Promedio, desvío estándar (DE), coeficiente de variación (CV), mínimo y máximo de cada variable

Variable	Media	DE	CV	Mínimo	Máximo
PCC (Kg)	249,8	29,8	11,9	106,6	374,2
AOBf (cm <sup>2</sup> )	56,5	8,1	14,3	32,1	92,3
EGf (mm)	8,9	4,4	49,4	1,0	28,0
CP (Kg)	53,6	5,9	11,0	37,1	77,0
Bife (Kg)	4,56	0,70	15,35	2,44	6,80
Rump & Loin (Kg)	11,09	1,44	12,98	6,77	16,94
Cortes valiosos (Kg)	31,03	3,72	11,99	19,44	44,99
Cortes (Kg)	34,66	4,11	11,86	22,05	50,18

DE: desvío estándar. CV: coeficiente de variación. PVv: Peso vivo vacío. AOBf: área de ojo de bife medido en frigorífico, EGf: espesor de grasa medido en frigorífico. Rump & Loin: lomo, bife y cuadril. Cortes valiosos: Rump & Loin, nalga de adentro, nalga de afuera, bola de lomo y colita de cuadril. Cortes: CV, tortuga y garrón.

Las medidas registradas mostraron en su mayoría coeficientes de variación menores al 20%, a excepción de las variables relacionadas con la grasa (EGf, Grasa/PCC, Grasa/CP) las cuales mostraron valores mayores del 30%. Estos resultados son similares a los observados en el estudio anterior, realizado con variables registradas *in vivo*.

Los desvíos estándares encontrados en el presente estudio para AOBf y EGf, son similares a los observados en los trabajos de Perkins et al. (1992), Greiner et al. (2003a) y Tait et al. (2005), los cuales registraron estas variables en canales de novillos.

Las relaciones existentes entre las variables registradas *postmortem* (peso canal caliente, área de ojo de bife medida con acetato y espesor de grasa subcutánea medida con regla graduada) se presentan en el Cuadro 15. Como puede observarse, las variables que se encuentran más relacionadas son el peso de canal caliente y el área de ojo de bife, con una correlación moderada (entre 0,5 y 0,7), siendo las restantes correlaciones bajas (menores a 0,5). Las correlaciones vistas entre el AOBf y EGf en el estudio de Perkins et al (1992), difieren de las vistas en este trabajo ( $r = -0,19$ ), pero son consideradas al igual que en la presente situación como correlaciones bajas.

Al estudiar las correlaciones de estas características carniceras (PCC, AOBf y EGf) con el CP, bife, Rump & Loin (R&L), cortes valiosos (CV), total de cortes del pistola (Cortes), grasa y huesos se constata que todas las correlaciones resultaron significativas ( $P < 0,01$ ), pero con coeficientes variables según la característica de estudio (Cuadro 16). En general el peso de canal caliente se correlacionó en forma alta con la mayoría de las variables en estudio, a excepción de la grasa. El área de ojo de bife presentó en su mayoría correlaciones moderadas y el espesor de grasa correlaciones bajas.

Cuadro 14. Promedio, desvío estándar (DE), coeficiente de variación (CV), mínimo y máximo de cada variable en función de PCC, PCE y corte pistola

Variable	Media	DE	CV	Mínimo	Máximo
Pistola / PCC	21,5	1,6	7,4	14,5	42,7
Bife / PCC	1,8	0,2	11,1	1,1	4,1
Bife / CP	8,5	0,8	9,4	5,6	10,9
R&L / PCC	4,5	0,5	11,1	3,0	9,5
R&L / CP	20,7	1,8	8,7	15,4	25,9
Cortes valiosos / PCC	12,5	1,1	9,1	8,5	25,5
Cortes valiosos / CP	57,9	3,2	5,6	47,3	66,3
Cortes / PCC	13,9	1,3	9,2	9,4	28,4
Cortes / CP	64,7	3,7	5,7	53,2	73,7
Grasa / PCC	1,4	0,4	30,7	0,5	3,4
Grasa / CP	6,5	2,0	30,8	2,3	13,5
Huesos / PCC	4,6	0,5	10,2	2,8	9,4
Huesos / CP	21,4	1,5	7,1	17,7	27,6

DE: desvío estándar. CV: coeficiente de variación. R&L: Suma de lomo, bife y cuadril. Cortes Valiosos: Suma de R&L, nalga de adentro, nalga de afuera, bola de lomo y colita de cuadril. Cortes: Suma de CV, tortuga y garrón. PCC: Peso de canal caliente.

Cuadro 15. - Relación entre las variables independientes registradas post mortem

	AObf	EGf (mm)
PCC (kg)	0,527	0,284
	< ,0001	< ,0001
AObf (cm <sup>2</sup> )	-	0,046
		0,1778

PCC: Peso canal caliente. AObf: Área de ojo de bife medido en frigorífico. EGf: Espesor de grasa subcutáneo medido en frigorífico.

Cuadro 16. - Relación entre características de la canal registradas post mortem (en kg)

	Pistola	Bife	R&L	CV	Cortes	Grasa	Huesos
PCC (kg)	0,866	0,741	0,619	0,770	0,761	0,475	0,720
	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
AObf (cm <sup>2</sup> )	0,538	0,489	0,346	0,488	0,476	0,202	0,423
	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
EGf (mm)	0,215	0,285	0,123	0,120	0,113	0,404	0,062
	<,0001	<,0001	0,0003	0,0004	0,0009	<,0001	0,0686

PCC: Peso canal caliente. AObf: Área de ojo de bife medida en frigorífico. EGf: Espesor de grasa subcutáneo medido en frigorífico. R&L: lomo, bife y cuadril. CV: R&L, nalga de adentro, nalga de afuera, bola de lomo y colita de cuadril. Cortes: CV, tortuga y garrón.

Las correlaciones con las variables en proporción del PCC y del peso del CP, fueron en su mayoría bajas y negativas, con diferentes niveles de significancia según la variable en estudio (Cuadro 17).

Cuadro 17. Correlación entre características de la canal registradas post mortem (en %)

	PCC (kg)		AOBf (cm <sup>2</sup> )		EGf (mm)	
	r	P	r	P	R	P
Pistola / PCC	-0,395	<,0001	-0,085	0,0126	-0,122	0,0003
Bife/PCC	-0,079	0,0199	0,092	0,0067	0,114	0,0008
R&L/PCC	-0,372	<,0001	-0,167	<,0001	0,131	0,0001
Cortes Valiosos/PCC	-0,348	<,0001	0,073	0,0314	0,189	<,0001
Cortes/PCC	-0,366	<,0001	-0,094	0,0055	-0,199	<,0001
Grasa/PCC	0,125	0,0002	0,152	0,6548	0,346	<,0001
Hueso/PCC	-0,345	<,0001	-0,121	0,0004	-0,254	<,0001
Bife/CP	0,210	<,0001	0,175	<,0001	0,225	<,0001
R&L / CP	-0,157	<,0001	-0,152	<,0001	-0,076	0,0257
Cortes Valiosos/ CP	-0,052	0,1273	-0,014	0,6912	-0,155	<,0001
Cortes/ CP	-0,085	0,0120	-0,049	0,1516	-0,171	<,0001
Grasa/CP	0,223	<,0001	0,037	0,2790	0,374	<,0001
Hueso/ CP	-0,082	0,0155	-0,084	0,0135	-0,231	<,0001

PCC: Peso canal caliente. AOBf: Área de ojo de bife medida en frigorífico. EGf: Espesor de grasa subcutáneo medido en frigorífico. R&L: lomo, bife y cuadril. CV: R&L, nalga de adentro, nalga de afuera, bola de lomo y colita de cuadril. Cortes: CV, tortuga y garrón.

Los modelos de predicción resultantes para la determinación del corte pistola se presentan en el Cuadro 18 para la variable peso y para su proporción en la canal caliente. Como puede observarse el modelo que mejor predice el corte pistola es el que está relacionado con el peso del mismo, donde la variable PCC es la que explica la mayor variación del CP (75%), seguido por el AOBf (29%). Los modelos para la predicción del CP/PCC son altamente significativos pero presentan coeficientes de determinación muy bajos.

Cuadro 18. Modelos de predicción para el corte pistola (en kg) y su relación al PCC (%)

	Ecuaciones	P	CV	Cp	CME	R <sup>2</sup>
Pistola (kg)	10,60548 + 0,1722 PCC	**	5,5		8,8	0,751
	31,31686 + 0,39486 AOBf	**	9,3		25,0	0,289
	51,06562 + 0,2877 EGf	**	10,8		33,6	0,046
	10,60548 + 0,1722 PCC	**		34,3	8,8	0,751
	8,88152 + 0,16041 PCC + 0,08261 AOBf	**		3,5	8,5	0,760
	CP/ PCC (%)	26,81756 – 0,02112 PCC	**	6,8		2,2
22,48666 – 0,01676 AOBf		*	7,4	2,5		0,007
21,93139 – 0,04398 EGf		**	7,4	2,5		0,015
26,81756 – 0,02112 PCC		**		22,1	2,2	0,156
26,11388 – 0,02593 PCC + 0,03372 AOBf		**		2,1	2,1	0,177

PCC: Peso canal caliente. AOBf: área de ojo de bife medida en frigorífico, EGf: espesor de grasa medido en frigorífico. CV: Coeficiente de variación. Cp: Coeficiente de Mallows. CME: Cuadrado medio del error. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. \*\* = P < 0,01. \* = P < 0,05. ns = P > 0,05.

En el Cuadro 19, se muestran los modelos de predicción para el bife y en el Cuadro 20 para el Rump & Loin, en relación al peso y al porcentaje de la canal caliente y el corte pistola. En el caso particular del bife, el modelo que incluye las tres variables independientes (PCC, AOBf y EGf) explica un 57,2 % de la variación del peso del bife, en donde el PCC representa casi la totalidad con un 54,9%. En el Rump & Loin, el modelo que mejor predice su peso es el que involucra al PCC (38,4 %).

En forma similar a lo observado anteriormente, los modelos para predecir las relaciones de esos cortes (bife y R&L) con el PCC y el CP, son de bajo coeficiente de determinación, no explicando variación en estas variables, dado lo expresado en el Cuadro 14.

Cuadro 19. Modelos de predicción para el bife (en kg) y su proporción en el PCC y en el CP (%)

	Ecuaciones	P	CV	Cp	CME	R <sup>2</sup>
Bife (kg)	0,19283 + 0,01748 PCC	**	10,4		0,2	0,549
	2,15215 + 0,0426 AOBf	**	13,5		0,4	0,239
	4,15293 + 0,04561 EGf	**	14,8		0,5	0,083
	0,19283 + 0,01748 PCC	**		42,3	0,2	0,549
	-0,05507 + 0,01578 PCC + 0,01188 AOBf	**		20,3	0,2	0,562
Bife / PCC (%)	1,96522 - 0,00055419 PCC	*	11,4		0	0,006
	1,69201 + 0,00238 AOBf	**	11,4		0	0,009
	1,77907 + 0,00535 EGf	**	11,4		0	0,013
	1,77907 + 0,00535 EGf	**		41,0	0	0,013
	1,97663 + 0,00698 EGf - 0,00084859 PCC	**		30,6	0	0,026
	1,86508 + 0,0081 EGf - 0,00167 PCC + 0,00543 AOBf	**		4,0	0	0,058
Bife / CP (%)	7,05779 + 0,00573 PCC	**	9,4		0,6	0,044
	7,4941 + 0,01761 AOBf	**	9,5		0,6	0,031
	8,12119 + 0,04132 EGf	*	9,4		0,6	0,051
	8,12119 + 0,04132 EGf	*		30,8	0,6	0,051
	7,19527 + 0,03993 EGf + 0,01661 AOBf	**		7,4	0,6	0,078
	6,8708 + 0,0354 EGf + 0,01174 AOBf + 0,00256 PCC	*		4,0	0,6	0,084

PCC: Peso canal caliente. AOBf: Área de ojo de bife medida en frigorífico. EGf: Espesor de grasa subcutáneo medido en frigorífico. CV: Coeficiente de variación. Cp: Coeficiente de Mallows. CME: Cuadrado medio del error. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. \*\* = P < 0,01. \* = P < 0,05.

Cuadro 20. Modelos de predicción para el Rump & Loin (en kg) y su proporción en el PCC y en el CP (%)

	Ecuaciones	P	CV	Cp	CME	R <sup>2</sup>
R&L (kg)	3,63637 + 0,02982 PCC	**	10,2		1,3	0,384
	7,6094 + 0,06156 AOBf	**	12,2		1,8	0,120
	10,7332 + 0,03979 EGf	**	12,9		2,0	0,015
	3,63637 + 0,02982 PCC	**		4,7	1,3	0,384
	3,60568 + 0,03062 PCC - 0,01877 EGf	*		2,4	1,3	0,387
R&L/ PCC (%)	6,05681 - 0,00639 PCC	**	10,7		0,2	0,139
	5,05751 - 0,01057 AOBf	**	11,3		0,3	0,028
	4,59504 - 0,0151 EGf	**	11,4		0,3	0,017
	6,05681 - 0,00639 PCC	**		1,7	0,2	0,139
R&L / CP (%)	23,06776 - 0,00944 PCC	**	8,5		3,1	0,025
	22,61121 - 0,03367 AOBf	**	8,6		3,1	0,023
	20,98143 - 0,03065 EGf	*	8,6		3,2	0,006
	23,06776 - 0,00944 PCC	**		7,4	3,1	0,025
	23,50956 - 0,00642 PCC - 0,02117 AOBf	*		3,7	3,1	0,031
	23,5097 - 0,0054 PCC - 0,0226 AOBf - 0,0183 EGf	ns		4,0	3,1	0,033

PCC: Peso canal caliente. AOBf: Área de ojo de bife medida en frigorífico. EGf: Espesor de grasa subcutáneo medido en frigorífico. R&L: lomo, bife y cuadril. CV: Coeficiente de variación. Cp: Coeficiente de Mallows. CME: Cuadrado medio del error. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. \*\* = P < 0,01. \* = P < 0,05. ns = P > 0,05.

En el Cuadro 21 se presentan las ecuaciones de predicción para el total de cortes valiosos en relación a su peso y según el porcentaje del PCC y del CP. Nuevamente se observa una mejor predicción del peso (kg) de los cortes valiosos que su relación con el PCC y el CP. El PCC es la variable que mejor explica la variación de los pesos de esos cortes (59%), seguidos primero por el EGf y por último por el AOBf, presentando el modelo un R<sup>2</sup> de 0,61. Los modelos seleccionados como los mejores predictivos son altamente significativos (P < 0,01) y muestran el mayor valor de R<sup>2</sup>, y los menores valores de CME y Cp.

Cuadro 21.- Modelos de predicción para el total de cortes valiosos (en kg) y su proporción en el PCC y CP (%)

	Ecuaciones	P	CV	Cp	CME	R <sup>2</sup>
CV (kg)	7,08702 + 0,09584 PCC	**	7,7		5,6	0,592
	18,3509 + 0,22441 AOBf	**	10,5		10,5	0,238
	30,13472 + 0,10065 EGf	**	11,9		13,6	0,014
	7,08702 + 0,09584 PCC	**		39,0	5,6	0,592
	6,94003 + 0,09963 PCC – 0,08992 EGf	**		17,7	5,5	0,6028
	5,99393 + 0,0926 PCC– 0,0804 EGf + 0,0461 AOBf	**		4,0	5,4	0,610
CV / PCC (%)	15,79177 – 0,01331 PCC	**	8,6		1,1	0,121
	13,0513 – 0,01033 AOBf	*	9,1		1,3	0,005
	12,90167 – 0,04875 EGf	**	9,0		1,3	0,036
	15,79177 – 0,01331 PCC	**		23,1	1,1	0,121
	15,34208 – 0,01638 PCC + 0,02155 AOBf	**		8,2	1,1	0,138
	15,342 – 0,0152 PCC + 0,01987 AOBf – 0,0213 EGf	*		4,0	1,1	0,144
CV / CP (%)	59,29804 – 0,00563 PCC	ns	5,6		10,4	0,003
	58,19821 – 0,00542 AOBf	ns	5,6		10,5	-
	58,89799 – 0,11295 EGf	**	5,5		10,2	0,024
	58,89799 – 0,11295 EGf	**	5,5	0,1	10,2	0,024

PCC: Peso canal caliente. AOBf: Área de ojo de bife medida en frigorífico. EGf: Espesor de grasa subcutáneo medido en frigorífico. CV: Rump & Loin, nalga de adentro, nalga de afuera, colita de cuadril, bola de lomo. CV\*: Coeficiente de variación. Cp: Coeficiente de Mallows. CME: Cuadrado medio del error. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. \*\* = P < 0,01. \* = P < 0,05. ns = P > 0,05.

Estudios realizados por Greiner et al. (2003b), muestran que la variación del total del peso de los cortes sin hueso de la canal está explicada en un 85 % por el peso de la canal caliente y por el espesor de grasa y el área de ojo de bife a nivel de la 12<sup>a</sup> costilla. Esto difiere de los resultados obtenidos en nuestro estudio, donde el R<sup>2</sup> es de 0,61 (61 %).

Para la predicción del peso de la grasa de recorte, nuevamente el PCC es la variable de mayor peso (22,5%), seguido por el EGf. Sin embargo al considerar el rendimiento de esta grasa en función del PCC y del CP, el EGf es la principal variable en explicar su variación, pero en un bajo porcentaje (entre un 12-14%).

Los estudios de Realini et al. (2001) y de Greiner et al. (2003b) presentan la misma tendencia a lo observado en el presente trabajo en cuanto a la mayor incidencia del EGf en las variables de rendimiento (%).

Cuadro 22.- Modelos de predicción para la grasa de recorte en kg y su proporción en el PCC y el CP (%)

	Ecuaciones	P	CV	Cp	CME	R <sup>2</sup>
Recorte Grasa (kg)	-1,33492 + 0,01936 PCC	**	30,6		1,2	0,225
	1,78569 + 0,03036 AOBf	**	34,1		1,4	0,041
	2,51367 + 0,11087 EGf	**	31,8		1,2	0,163
	-1,33492 + 0,01936 PCC	**		97,9	1,2	0,225
	-1,2036 + 0,01597 PCC+ 0,08033 EGf	**		2,6	1,0	0,304
Rec. Grasa /PCC (%)	0,94543 + 0,0018 PCC	**	30,5		0,2	0,016
	1,34925 + 0,00080830 AOBf	ns	30,8		0,2	-
	1,09662 + 0,03349 EGf	**	28,9		0,2	0,120
	1,09662 + 0,03349 EGf	**		1,1	0,2	0,120
Rec. Grasa /CP (%)	2,75698 + 0,01495 PCC	**	30,0		3,8	0,050
	5,97588 + 0,00912 AOBf	ns	30,8		4,0	0,001
	4,98769 + 0,16881 EGf	**	28,6		3,4	0,140
	4,98769 + 0,16881 EGf	**		18,2	3,4	0,140
	3,00631 + 0,15253 EGf + 0,00851 PCC	**		5,0	3,4	0,155
	3,3324 + 0,1492 EGf + 0,011 PCC - 0,1492AOBf	ns		4,0	3,4	0,158

PCC: Peso de canal caliente. AOBf: Área de ojo de bife medida en frigorífico. EGf: Espesor de grasa subcutáneo medido en frigorífico. CV: Coeficiente de variación. Cp: Coeficiente de Mallows. CME: Cuadrado medio del error. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. \*\* = P < 0,01. \* = P < 0,05. ns = P > 0,05.

### Consideraciones

A diferencia de lo observado en el módulo anterior, para las determinaciones en planta frigorífica (*postmortem*) de esas mismas variables (PCC, AOBf y EGf), el PCC resultó ser la variable de mayor importancia para la predicción del componente peso (kg) de los diferentes cortes, yendo desde el CP a los CV, donde la explicación dada por el PCC osciló desde 38% para R&L hasta 75% para CP (el 55% correspondió para el peso del bife y el 59% para el peso de los cortes valiosos). En esta oportunidad no se encontró diferencia en la variable predictor a por el hecho de estar ante un corte con hueso o sin él, como fue con las mediciones in vivo.

Cuando se trató de predecir la proporción de esos cortes, en función del PCC o del CP, los modelos volvieron a mostrar un bajo R<sup>2</sup> por debajo de 0,18.

### C. Modelos de predicción de la canal a partir de características *in vivo* y *postmortem*

Los modelos de predicción estudiados en esta etapa se llevaron a cabo a partir de características determinadas en el animal vivo y a partir de mediciones realizadas *postmortem*, con el objetivo de poder realizar comparaciones entre los modelos con datos tanto *in vivo* como *postmortem* la misma población. En total se utilizaron 427 animales.

En los Cuadro 23 y 24 se muestran los promedios, los estadísticos de dispersión considerados (coeficiente de variación -CV y desviación estándar -DE), y los valores mínimos y máximos de las variable registradas y de las relaciones realizadas entre ellas, respectivamente, para las variables tenidas en cuenta en el estudio proveniente de las características *in vivo* y *postmortem*.

El espesor de grasa determinado por ultrasonido (EGu) es menor al registrado en la canal (EGf), ocurriendo lo contrario en el área de ojo de bife donde son mayores las áreas medidas con ultrasonido (AOBu) en comparación a las determinadas en la canal (AOBf).



Cuadro 23. Promedio (kg), desvío estándar (kg), coeficiente de variación (CV), mínimo y máximo de cada variable (kg)

Variable	Media	DE	CV	Mínimo	Máximo
PVv (kg)	478,15	38,48	8,05	363,00	596,07
AOBu (cm <sup>2</sup> )	61,41	7,72	12,57	39,29	85,00
EGu (mm)	6,92	2,57	37,18	2,29	15,32
AOBf (cm <sup>2</sup> )	56,02	7,12	12,71	32,10	92,26
EGf (mm)	9,61	4,46	46,44	1,00	28,00
PCC (kg)	247,39	25,07	10,13	161,00	331,20
CP (kg)	53,50	4,97	9,28	39,34	69,55
Bife (kg)	4,52	0,64	14,12	2,44	6,73
Rump & Loin (kg)	11,05	1,29	11,68	6,77	15,20
CV (kg)	30,79	3,28	10,66	19,44	40,34
Cortes (kg)	34,42	3,65	10,61	22,05	44,48

DE: desvío estándar. CV: coeficiente de variación. AOB: Área de ojo de bife medida con acetato en frigorífico. EG: Espesor de grasa subcutánea medida con regla graduada en frigorífico. Rump & Loin: lomo, bife y cuadril. Cortes Valiosos: Rump & Loin, nalga de adentro, nalga de afuera, bola de lomo y colita de cuadril. Cortes: Suma de cortes valiosos, tortuga y garrón.

Los resultados de desviación estándar para EGu y AOBf obtenidos en la población bajo estudio son menores a los registrados en los trabajos de Perkins et al. (1992), Greiner et al. (2003a) y Tait et al. (2005). En cuanto a los resultados obtenidos para AOBu, los mismos son similares a los de Greiner et al. (2003a) y Tait et al. (2005), pero inferiores a los de Perkins et al. (1992). Los desvíos de EGf son muy parecidos entre los tres trabajos mencionados y el estudio presente, siendo las variables relacionadas con la grasa las de mayor variación.

Las correlaciones existentes entre las variables independientes (PVv, PCC, AOBu, AOBf, EGu y EGf) y las medidas registradas en planta frigorífica son presentadas en el Cuadro 25. El PCC es la variable que presenta la mayor correlación con los registros de peso de los diferentes cortes de un canal e incluso con el peso de los huesos, siendo seguida en importancia por el PVV. Para los cortes sin hueso (bife, R&L y CV y cortes), el AOBu tuvo una mejor correlación que el AOBf. No obstante a nivel de los recortes de grasa, el EGu es la variable de mayor correlación, seguida por el PCC.

En el Cuadro 26 se presentan los modelos resultantes para la predicción del peso de la canal caliente, del peso del corte pistola y del porcentaje del corte pistola según el peso de canal caliente. En el mismo se pueden observar los modelos realizados según las características determinadas en el animal vivo y las determinadas luego del sacrificio. En el caso del peso de la canal caliente, las variables que entraran en el modelo son aquellas medidas in vivo (PVv, AOBu, EGu), obteniendo un R<sup>2</sup> de 0,77, similar a lo reportado en el primer módulo, con una base diferente de animales evaluados, donde el R<sup>2</sup> fue de 0,82 y en donde el PVv por sí solo explica el 65% de la variación en ambos casos. Se constata también una diferencia menor en la importancia de las otras variables que ingresan al modelo.

Cuadro 24. Promedio (%), desvío estándar (%), coeficiente de variación (%), mínimo y máximo de cada variable (%)

Variable	Media	DE	CV	Mínimo	Máximo
Pistola / PCC	21,66	0,85	3,94	19,36	25,82
Bife / PCC	1,83	0,17	9,38	1,41	2,26
Bife / Pistola	8,44	0,83	9,81	6,20	10,62
Rump & Loin / PCC	4,48	0,38	8,49	3,22	5,27
Rump & Loin / Pistola	20,67	1,70	8,24	16,26	24,93
Cortes valiosos / PCC	12,47	0,88	7,03	10,05	14,30
Cortes valiosos / Pistola	57,58	3,80	6,59	47,30	65,85
Cortes / PCC	13,94	1,00	7,18	11,05	16,11
Cortes / Pistola	64,39	4,34	6,74	53,16	73,73
Grasa / PCC	1,41	0,48	33,73	0,50	2,83
Grasa / Pistola	6,53	2,25	34,47	2,29	13,48
Huesos / PCC	4,53	0,35	7,64	3,75	5,66
Huesos / Pistola	20,93	1,39	6,66	17,71	25,52

DE: desvío estándar. CV: coeficiente de variación. PCC: Peso canal caliente. Rump & Loin: lomo, bife y cuadril. Cortes Valiosos: Rump & Loin, nalga de adentro, nalga de afuera, bola de lomo y colita de cuadril. Cortes: CV, tortuga y garrón.

Cuadro 25. Correlación entre características de la canal registradas *in vivo* y *postmortem*

	CP (kg)	Recorte Grasa (kg)	Hueso (kg)	Bife (kg)	R&L (kg)	CV (kg)	Cortes (kg)
PVv (kg)	0,783 <,0001	0,338 <,0001	0,619 <,0001	0,583 <,0001	0,566 <,0001	0,632 <,0001	0,626 <,0001
AOBu (cm <sup>2</sup> )	0,520 <,0001	0,261 <,0001	0,278 <,0001	0,605 <,0001	0,486 <,0001	0,532 <,0001	0,514 <,0001
EGu (mm)	0,380 <,0001	0,497 <,0001	0,153 0,0004	0,440 <,0001	0,262 <,0001	0,239 <,0001	0,223 <,0001
PCC (kg)	0,925 <,0001	0,448 <,0001	0,727 <,0001	0,744 <,0001	0,676 <,0001	0,754 <,0001	0,742 <,0001
AOBf (cm <sup>2</sup> )	0,591 <,0001	0,189 <,0001	0,488 <,0001	0,417 <,0001	0,384 <,0001	0,462 <,0001	0,446 <,0001
EGf (mm)	0,138 0,0015	0,323 <,0001	0,051 0,2438	0,214 <,0001	0,090 0,0396	0,050 0,2515	0,046 0,2935

PVv: Peso vivo vacío. AOBu: Área de ojo de bife por ultrasonido. EGu: Espesor de grasa por ultrasonido. PCC: Peso de canal caliente. AOBf: Área de ojo de bife en frigorífico. EGf: Espesor de grasa medido en frigorífico. R&L: Suma de lomo, bife y cuadril. CV: R&L, nalga de adentro, nalga de afuera, bola de lomo y colita de cuadril. Cortes: Suma de CV, tortuga y garrón.

En la predicción del CP, nuevamente se observa similitud en el modelo que contempla las variables *in vivo*, al comparar con los datos reportados en el primer módulo de este trabajo, donde el R<sup>2</sup> fue de 0,67 y 0,75, respectivamente. Sin embargo la predicción de esta variable (peso del CP), mejora con el uso de las variables registradas *postmortem*, pasando a tener un R<sup>2</sup> de 0,88, donde el PCC explica el 85% de esa variación. Cuando la variable a predecir es la relación del CP con el PCC (%), ambos modelos, *in vivo* y *postmortem*, bajan su coeficiente de determinación a 0,23 y 0,31, respectivamente.

Cuadro 26. Ecuaciones de predicción para el peso de canal caliente y el corte pistola

	Ecuaciones	P	CV	Cp	CME	R <sup>2</sup>
PCC (kg)	-2,45606 + 0,52253 PVv	**	6,1		224,8	0,643
	132,91648 + 1,86403 AOBu	**	8,3		422,4	0,329
	212,41792 + 5,05426 EGu	**	8,7		460,5	0,269
	-2,45606 + 0,52253 PVv	**		297,1	224,8	0,643
	0,10274 + 0,46839 PVv + 3,37131 EGu	**		40,1	154,1	0,756
	-9,35059 + 0,43092 PVv + 2,88882 EGu + 0,50009 AOBu	**		4,0	143,9	0,772
	138,21744 + 1,94884 AOBf	**	8,5		437,0	0,306
	231,39272 + 1,66403 EGf	**	9,7		574,5	0,088
	138,21744 + 1,94884 AOBf	**		81,2	437,0	0,306
	121,0631 + 1,9626 AOBf + 1,70432 EGf	**		3,0	379,7	0,398
CP (kg)	5,16667 + 0,10108 PVv	**	5,8		9,6	0,613
	32,95081 + 0,33461 AOBu	**	7,9		18,0	0,271
	48,42853 + 0,7329 EGu	**	8,6		21,2	0,144
	5,16667 + 0,10108 PVv	**		86,5	9,6	0,613
	5,46446 + 0,09478 PVv + 0,39234 EGu	**		27,1	8,6	0,652
	3,626924 + 0,08751 PVv + 0,29868 EGu + 0,09708 AOBu	**		4,0	8,2	0,668
	8,17552 + 0,18321 PCC	**	3,5		3,6	0,856
	30,41255 + 0,41213 AOBf	**	7,5		16,1	0,349
	52,02041 + 0,15387 EGf	**	9,2		24,2	0,019
	8,17552 + 0,18321 PCC	**		106,3	3,6	0,856
7,60587 + 0,19194 PCC - 0,16553 EGf	**		20,3	3,1	0,876	
6,70983 + 0,18229 PCC - 0,14832 EGf + 0,05568 AOBf	**		4,0	3,0	0,880	
CP / PCC (%)	24,20653 - 0,00532 PVv	**	3,8		0,7	0,058
	23,56055 - 0,0392 AOBu	**	3,8		0,8	0,078
	22,70621 - 0,15092 EGu	**	3,5		0,6	0,207
	22,70621 - 0,15092 EGu	**		14,2	0,6	0,207
	24,10037 - 0,13987 EGu - 0,00308 PVv	**		3,9	0,6	0,226
	24,2312 - 0,13319 EGu - 0,00256 PVv - 0,00692 AOBu	ns		4,0	0,6	0,228
	25,19901 - 0,0143 PCC	**	3,6		0,6	0,177
	21,99115 - 0,00588 AOBf	ns	3,9		0,7	0,002
	22,47656 - 0,08465 EGf	**	3,5		0,6	0,197
	22,47656 - 0,08465 EGf	**		86,6	0,6	0,197
24,96943 - 0,06671 EGf - 0,01078 PCC	**		19,1	0,5	0,288	
24,6135 - 0,05988 EGf - 0,01461 PCC + 0,02212 AOBf	**		4,0	0,5	0,311	

PVv: Peso vivo vacío. AOBu: Área de ojo de bife por ultrasonido. EGu: Espesor de grasa por ultrasonido. PCC: Peso de canal caliente. AOBf: Área de ojo de bife en frigorífico. EGf: Espesor de grasa medido en frigorífico. CV: Coeficiente de variación. Cp: Coeficiente de Mallows. CME: Cuadrado medio del error. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. \*\* = P < 0,01. ns = P > 0,05.

En cuanto a los modelos obtenidos para la predicción del bife (Cuadro 27), se observa que no existen diferencias en cuanto al poder predictivo del peso del bife cuando se estudia con características determinadas *in vivo* o *postmortem* (R<sup>2</sup> de 0,52 y 0,55, respectivamente). El modelo con las medidas *in vivo* es menor al obtenido anteriormente (0,66), pero en ambos el AOBu sigue siendo la variable de mayor importancia, explicando en esta ocasión el 36,6% de la variación del peso del bife (36,6%). Para el caso de las variables registradas *postmortem*, el PCC es la variable responsable de explicar el 55,3 % de la variación del peso del bife. Al igual que lo

constatado previamente, en los modelos obtenidos para predecir la proporción del bife según el PCC o el CP, la fuerza predictiva es baja ( $R^2$  menor a 0,18).

Cuadro 27. Ecuaciones de predicción para el bife en kg y en su relación con el PCC y el CP (%)

	Ecuaciones	P	CV	Cp	CME	R <sup>2</sup>	
Bife (kg)	-0,10812 + 0,00969 PVv	**	11,5		0,3	0,340	
	1,4497 + 0,05004 AOBu	**	11,3		0,3	0,366	
	3,76721 + 0,10921 EGu	**	12,7		0,3	0,193	
	1,4497 + 0,05004 AOBu	**		170,6	0,3	0,366	
	-0,75309 + 0,03549 AOBu + 0,00648 PVv	**		40,1	0,2	0,487	
	-0,59712 + 0,02904 AOBu + 0,00624 PVv + 0,05095 EGu	**		4,0	0,2	0,522	
	-0,16417 + 0,01895 PCC	**	9,5		0,2	0,553	
	2,42476 + 0,03745 AOBf	**	12,9		0,3	0,174	
	4,22807 + 0,03067 EGf	**	13,8		0,4	0,046	
	-0,16417 + 0,01895 PCC	**		0,1	0,2	0,553	
	Bife / PCC (%)	1,75634 + 0,00014774 PVv	ns	9,4		0	0,001
		1,40752 + 0,00683 AOBu	**	8,9		0	0,095
		1,76874 + 0,00842 EGu	**	9,3		0	0,016
1,40752 + 0,00683 AOBu		**		8,2	0	0,095	
1,60815 + 0,00816 AOBu - 0,00058979 PVv		**		2,0	0	0,109	
1,70429 + 0,00049597 PCC		ns	9,4		0	0,005	
1,76415 + 0,00112 AOBf		ns	9,4		0	0,002	
1,8201 + 0,00071662 EGf		ns	9,4		0	-	
1,70429 + 0,00049597 PCC		ns			0	0,005	
Bife / CP (%)		7,25367 + 0,00249 PVv	**	9,8		0,7	0,013
		5,84663 + 0,0423 AOBu	**	9,0		0,6	0,155
		7,79214 + 0,09423 EGu	**	9,4		0,6	0,086
		5,84663 + 0,0423 AOBu	**		17,1	0,6	0,155
	5,92229 + 0,03537 AOBu + 0,05059 EGu	**		6,0	0,6	0,176	
	6,57732 + 0,03941 AOBu + 0,05248 EGu - 0,00192 PVv	*		4,0	0,6	0,182	
	6,63743 + 0,0073 PCC	**	9,6		0,7	0,049	
	8,09052 + 0,00631 AOBf	ns	9,8		0,7	0,003	
	8,09699 + 0,03591 EGf	**	9,6		0,7	0,038	
	6,63743 + 0,0073 PCC	**		11,7	0,7	0,049	
	6,72705 + 0,00593 PCC + 0,02604 EGf	**		3,6	0,6	0,067	

PVv: Peso vivo vacío. AOBu: Área de ojo de bife por ultrasonido. EGu: Espesor de grasa por ultrasonido. PCC: Peso de canal caliente. AOBf: Área de ojo de bife en frigorífico. EGf: Espesor de grasa medido en frigorífico. CV: Coeficiente de variación. Cp: Coeficiente de Mallows. CME: Cuadrado medio del error. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. \*\* = P < 0,01. ns = P > 0,05.

Las ecuaciones de predicción para el peso del Rump & Loin y cortes de mayor valor se presentan en los Cuadros 28 y 29, respectivamente. En estas variables, los modelos provenientes de las características evaluadas *postmortem*, son las que presentan mayor fuerza predictiva y el PCC es el que explica mejor la variación de los mismos, seguido por el EGf. En este caso para la predicción del R&L, el uso de las medidas *in vivo* determinó un menor R<sup>2</sup> al compararlo con el análisis anterior, pasando de 0,64 a 0,39. Con el uso de las medidas *postmortem*, el R<sup>2</sup> para ambos estudios mostró valores similares de 0,38 y 0,47. La misma observación se puede realizar para la predicción de los cortes valiosos, donde los R<sup>2</sup> oscilaron entre 0,48 y 0,66 para las medidas en el animal vivo y de 0,60 y 0,61 para las evaluaciones *postmortem*. Las ecuaciones para estimar las proporciones de estos cortes presentaron R<sup>2</sup> bajos.

Cuadro 28. Ecuaciones de predicción para el Rump & Loin en kg y en su relación al PCC y CP

	Ecuaciones	P	CV	Cp	CME	R2
Rump & Loin (kg)	1,9751 + 0,01898 PVv	**	9,6		1,1	0,320
	6,05694 + 0,08129 AOBu	**	10,2		1,3	0,237
	10,13887 + 0,13155 EGu	**	11,3		1,6	0,069
	1,9751 + 0,01898 PVv	**		59,0	1,1	0,320
	1,09351 + 0,01459 PVv + 0,04851 AOBu	**		3,5	1,0	0,388
	2,43818 + 0,03481 PCC	**	8,6		0,9	0,458
	7,15528 + 0,06951 AOBf	**	10,8		1,4	0,147
	10,80006 + 0,02591 EGf	*	11,6		1,7	0,008
	2,43818 + 0,03481 PCC	**		13,5	0,9	0,458
	2,3174 + 0,03666 PCC - 0,0351 EGf	**		2,2	0,9	0,471
Rump & Loin / PCC (%)	5,22573 - 0,00157 PVv	**	8,4		0,1	0,025
	4,49506 - 0,0000322 AOBu	ns	8,5		0,1	-
	4,71703 - 0,03494 EGu	**	8,3		0,1	0,056
	4,71703 - 0,03494 EGu	**		20,0	0,1	0,056
	5,20214 - 0,03109 EGu - 0,00107 PVv	*		15,7	0,1	0,067
	5,03071 - 0,03984 EGu - 0,00175 PVv + 0,00907 AOBu	**		4,0	0,1	0,091
	5,35365 - 0,00355 PCC	**	8,3		0,1	0,055
	4,84066 - 0,00652 AOBf	**	8,4		0,1	0,015
	4,64992 - 0,01817 EGf	**	8,3		0,1	0,046
	5,35365 - 0,00355 PCC	**		13,3	0,1	0,055
5,30740 - 0,00284 PCC - 0,013447 EGf	**		2,4	0,1	0,078	
Rump & Loin / CP (%)	21,95098 - 0,00268 PVv	ns	8,2		2,9	0,004
	19,06708 + 0,02609 AOBu	**	8,2		2,9	0,014
	20,84115 - 0,02487 EGu	ns	8,2		2,9	0,001
	19,06708 + 0,02609 AOBu	**		12,9	2,9	0,014
	21,21875 + 0,0403 AOBu - 0,00633 PVv	**		6,0	2,8	0,030
	21,02677 + 0,04824 AOBu - 0,00604 PVv - 0,06272 EGu	*		4,0	2,8	0,038
	21,62243 - 0,00385 PCC	ns	8,2		2,9	0,003
	22,1571 - 0,02656 AOBf	*	8,2		2,9	0,012
	20,71774 - 0,00507 EGu	ns	8,3		2,9	0,000
	22,1571 - 0,02656 AOBf	*		0,2	2,9	0,011

PVv: Peso vivo vacío. AOBu: Área de ojo de bife por ultrasonido. EGu: Espesor de grasa por ultrasonido. PCC: Peso canal caliente. AOBf: Área de ojo de bife en frigorífico. EGf: Espesor de grasa medido en frigorífico. CV: Coeficiente de variación. Cp: Coeficiente de Mallows. CME: Cuadrado medio del error. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. \*\* = P < 0,01. \* = P < 0,05. ns = P > 0,05.

Cuadro 29. Ecuaciones de predicción para los 7 cortes de mayor valor en kg y en su relación con el PCC y el CP

	Ecuaciones	P	CV	Cp	CME	R <sup>2</sup>
Cortes valiosos	5,01519 + 0,0539 PVv	**	8,3		6,5	0,400
	16,89899 + 0,22612 AOBu	**	9,0		7,7	0,283
	28,67729 + 0,30471 EGu	**	10,4		10,2	0,057
	5,01519 + 0,0539 PVv	**		76,6	6,5	0,400
	2,61988 + 0,04198 PVv + 0,13182 AOBu	**		2,1	5,7	0,476
	6,37933 + 0,09866 PCC	**	7,0		4,7	0,569
	18,84986 + 0,21307 AOBf	**	9,5		8,5	0,214
	30,43217 + 0,03676 EGf	ns	10,7		10,8	0,003
	6,37933 + 0,09866 PCC	**		43,6	4,7	0,569
	5,89869 + 0,10603 PCC - 0,13967 EGf	**		2,3	4,3	0,602
Cortes valiosos / PCC	14,40471 - 0,00405 PVv	**	6,9		0,8	0,032
	12,52423 - 0,00090677 AOBu	ns	7,0		0,8	-
	13,32832 - 0,12426 EGu	**	6,6		0,7	0,133
	13,32832 - 0,12426 EGu	**		33,8	0,7	0,133
	12,30261 - 0,1482 EGu + 0,0194 AOBu	**		20,3	0,7	0,157
	13,77734 - 0,14394 EGu + 0,02851 AOBu - 0,00432 PVv	**		4,0	0,6	0,186
	14,84309 - 0,0096 PCC	**	6,8		0,7	0,075
	13,05916 - 0,01054 AOBf	*	7,0		0,8	0,007
	13,10163 - 0,06586 EGf	**	6,6		0,7	0,112
	13,10163 - 0,06586 EGf	**		20,9	0,7	0,112
14,65489 - 0,05469 EGf - 0,00671 PCC	**		2,3	0,7	0,146	
Cortes valiosos / Pistola	60,31549 - 0,00571 PVv	ns	6,6		14,4	0,003
	53,13189 + 0,07249 AOBu	**	6,5		14,1	0,022
	58,89224 - 0,18912 EGu	**	6,6		14,2	0,016
	53,13189 + 0,07249 AOBu	**		33,4	14,1	0,022
	52,63052 + 0,11843 AOBu - 0,33527 EGu	**		11,0	13,5	0,065
	57,38549 + 0,14781 AOBu - 0,32152 EGu - 0,01392 PVv	**		4,0	13,3	0,080
	59,75858 - 0,00879 PCC	ns	6,6		14,4	0,003
	59,75043 - 0,03868 AOBf	ns	6,6		14,4	0,005
	58,39389 - 0,08428 EGf	*	6,6		14,3	0,010
	58,39389 - 0,08428 EGf	*		3,0	14,3	0,010
60,60685 - 0,08509 EGf - 0,03937 AOBf	ns		2,1	14,3	0,015	

PVv: Peso vivo vacío. AOBu: Área de ojo de bife por ultrasonido. EGu: Espesor de grasa por ultrasonido. PCC: Peso de canal caliente. AOBf: Área de ojo de bife en frigorífico. EGf: Espesor de grasa medido en frigorífico. CV: Coeficiente de variación. Cp: Coeficiente de Mallows. CME: Cuadrado medio del error. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. \*\* = P < 0,01. \* = P < 0,05. ns = P > 0,05.

Investigaciones realizadas por Greiner et al. (2003b) en modelos de predicción del total de cortes sin hueso de la canal utilizando medidas registradas en el animal vivo (PV, AOBu y EGu) y modelos de predicción con medidas registradas en la canal (PCC, AOBf y EGf), no encontraron diferencias en los coeficientes de determinación de ambos modelos (0,83 y 0,85, respectivamente). En los modelos realizados por Tait et al. (2005) para la predicción de los principales cortes de la canal como porcentaje del total de cortes de la misma se observó que los modelos provenientes de características de ultrasonido presentan mejores resultados que los relacionados con las características determinadas en la canal.

En el Cuadro 30, se presentan los modelos para la predicción de los recortes de grasa. No se observaron diferencias en el coeficiente de determinación para las características *in vivo* o *postmortem*, variando si la variable de mayor incidencia en el modelo. El EGu lo fue para el modelo *in vivo* y el PCC para el que considera las variables *postmortem*, confirmando los modelos de predicción para esta variable de las secciones anteriores.

En el estudio llevado a cabo por Tait et al. (2005) para la predicción de la cantidad de la grasa de recorte, se observa una ventaja para las ecuaciones de predicción relacionadas con las características de la canal, en comparación con las ecuaciones relacionadas con las características determinadas con ultrasonido.

Cuadro 30. Ecuaciones de predicción para grasa de recorte

	Ecuaciones	P	CV	Cp	CME	R <sup>2</sup>
Recorte Grasa (kg)	-2,07691 + 0,01169 PVv	**	35,7		1,6	0,114
	0,75632 + 0,0449 AOBu	**	36,6		1,7	0,068
	1,73761 + 0,25673 EGu	**	32,9		1,3	0,247
	1,73761 + 0,25673 EGu	**		38,6	1,3	0,247
	-1,90395 + 0,22766 EGf + 0,00803 PVv	**		2,7	1,2	0,298
	-2,36495 + 0,02376 PCC	**	33,9		1,1	0,201
	1,53866 + 0,03526 AOBf	**	37,2		1,7	0,036
	2,58836 + 0,09629 EGf	**	35,9		1,6	0,105
	-2,36495 + 0,02376 PCC	**		27,9	1,4	0,201
	-2,15088 + 0,02048 PCC + 0,06221 EGf	**		2,5	1,4	0,241
Grasa/ PCC	0,67652 + 0,00154 PVv	**	33,5		0,2	0,015
	1,00565 + 0,00661 AOBu	*	33,6		0,2	0,012
	0,92573 + 0,0702 EGu	**	31,2		0,2	0,144
	0,92573 + 0,0702 EGu	**		4,0	0,2	0,144
	-1,11732 + 0,07467 EGf + 0,07467 AOBu	ns		4,3	0,2	0,147
	0,53831 + 0,00353 PCC	**	33,2		0,2	0,0345
	1,2439 + 0,00299 AOBf	ns	33,7		0,2	0,0020
	1,137 + 0,02855 EGf	**	32,5		0,2	0,0717
	1,137 + 0,02855 EGf	**		7,4	0,2	0,0717
	0,62386 + 0,02486 EGf + 0,0222 PCC	**		2,3	0,2	0,0841
Grasa/ Pistola	2,27731 + 0,00889 PVv	**	34,1		5,0	0,023
	4,06085 + 0,04107 AOBu	*	34,2		5,0	0,019
	3,92357 + 0,37638 EGu	**	31,1		4,1	0,185
	3,92357 + 0,37638 EGu	**		4,7	4,1	0,185
	1,30751 + 0,0211 PCC	**	33,5		4,8	0,055
	5,64984 + 0,01567 AOBf	ns	34,5		5,1	0,003
	5,00357 + 0,15856 EGf	**	32,8		4,6	0,099
	5,00357 + 0,15856 EGf	**		14,2	4,6	0,099
	1,77322 + 0,13533 EGf + 0,01396 PCC	**		3,0	4,5	0,121

PVv: Peso vivo vacío. AOBu: Área de ojo de bife por ultrasonido. EGu: Espesor de grasa por ultrasonido. PCC: Peso canal caliente. AOBf: Área de ojo de bife en frigorífico. EGf: Espesor de grasa medido en frigorífico. CV: Coeficiente de variación. Cp: Coeficiente de Mallows. CME: Cuadrado medio del error. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. \*\* = P < 0,01. \* = P < 0,05. ns = P > 0,05.

### Consideraciones Finales

El objetivo de este estudio era poder determinar la importancia de las mediciones de características carniceras en forma objetiva (área del ojo del bife, espesor de grasa y peso), en su potencial predictor del rendimiento

carnicero, considerando el peso de los cortes como la proporción de los mismos en función del PCC. Esas medidas fueron registradas en el animal vivo previo a la faena y en planta frigorífica.

Del análisis de las diferentes bases, una considerando solo las medidas in vivo, otra solo las *postmortem* y por último aquella en que se disponía de ambos registros, se concluye que las variables que registran peso (PVv y PCC) explican la mayor variación en el peso de la mayoría de los cortes. Sin embargo, cuando se dispone de la información in vivo, el AOBu muestra una mejor relación con los cortes sin hueso, tales como el bife, R&L y cortes valiosos. A esto se le agrega que las determinaciones de grasa por ultrasonido estuvieron asociadas a los recortes de grasa, aunque los  $R^2$  fueron bajos a moderados. Esto estaría afirmando la utilidad del registro de estas variables in vivo como forma de brindar un mayor conocimiento del rendimiento *postmortem* del animal, en lo que a peso de los cortes se refiere.

Cuando se trató de predecir la proporción de esos cortes, en función del PCC o del CP, los modelos mostraron bajos  $R^2$ , cualquiera fuera la etapa de medición.



## Literatura citada

- Greiner, S.P., Rouse, G.H., Wilson, D.E., Cundiff, L.V., Wheeler, T.L. 2003a. The relations hip between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 81:676–682.
- Greiner, S.P., Rouse, G.H., Wilson, D.E., Cundiff, L.V., Wheeler, T.L. 2003b. Prediction of retail product weight and percentage using ultrasound and carcass measurement in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 81:1736–1742.
- Realini, C.E., Williams R.E., Pringle, T.D., Bertrand J.K. 2001. Gluteus medius and rump fat depths as additional live animal ultrasound measurements for predicting retail product and trimmable fat in beef carcasses. *J. Anim. Sci.* 79:1378–1385.
- Perkins, T. L., Green, R. D., Hamlin. K. E. 1992. Evaluation of Ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 70:1002–1010.
- Tait, R. G., Wilson, D. E., Rouse. G. H. 2005. Prediction of retail product and trimmable fat yield from the four primal cuts in beef cattle using ultrasound or carcass data. *J. Anim. Sci.* 83:1353–1360.