

Predicción de rendimiento de cortes minoristas de reses bovinas en Argentina.

V. Schindler¹, L. Pruzzo^a, M.L. Olivera^a, J.J. Grigera Naón^a, N. Abbiatti² y L.F. de Santa Coloma^a.

Facultad de Agronomía, UBA. Av. San Martín 4453. (C1417DSQ) Buenos Aires. Argentina

Yield prediction of retail product from beef carcasses in Argentina.

ABSTRACT. Currently the Argentine beef industry does not have an objective system of quality control at purchase, with which to guide production by means of differential prices. The objective of this work was to develop equations to predict the yield of retail cuts of the pistol hind quarter (Kg retail cuts/kg carcass, RC). For this purpose 343 pistol hind quarters (PHQ), of six biotypes were evaluated: BB, British (123); BC, British x Continental (39); BI, British x *Bos indicus* (113); HH, Argentine Holstein (25); CC, Continental (20); and CI, Continental, *Bos indicus* (23). Multiple linear regressions were used to develop prediction equations for RC by biotype. Independent variables used were warm carcass side weight (CW); percentage of PHQ (kg PHQ/kg carcass, % PHQ); percentage of kidney knob and pelvic fat (% KPH); and dental classification (0, 2, 4 or 6 permanent incisors, DC). Equations to predict, RC based on these variables, for the different biotypes, were obtained. We conclude that a proposal to adopt these prediction equations is justified; with subsequent validations, this would enable the industry to apply objective criteria of yields in its purchases, thus guiding produces, through differential prices, to adjust the offer to market requirements.

Key words: beef cattle - prediction equations - retail cuts

© 2004 ALPA. Todos los derechos reservados

Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2004. 12(2): 105-111

RESUMEN. La industria frigorífica argentina no dispone actualmente de un sistema objetivo de control de calidad que permita orientar la producción a través de precios diferenciales. El objetivo de este trabajo fue hallar un modelo adecuado para predecir el rendimiento de cortes minoristas (kg cortes minoristas/kg res: RC) del cuarto pistola (PHQ). Para ello se utilizaron 343 cuartos pistola, totalmente despostados, de reses de seis biotipos (BB, británico (123); BC, británico x continental (39); BBI, británico x indico (113); HH, Holando Argentino (25); CC, Continentales (20); CBI, continental x indico (23)). Se utilizó regresión lineal múltiple para la selección de una ecuación de predicción efectuándose el análisis por biotipo, buscando el modelo que mejor explicaba la variable respuesta (kg de cortes minoristas/kg media res: RC), utilizando como variables independientes el peso de la media res caliente (CW), el porcentaje del cuarto pistola (kg cuarto pistola/kg res: %PHQ), el porcentaje de grasas internas (%KPH) y la clasificación dentaria (DC: 0, 2, 4, 6 incisivos permanentes). Se obtuvo una ecuación para predecir RC para los diferentes biotipos analizados. Se concluye que a partir de la propuesta de estas ecuaciones y su posterior validación, los frigoríficos podrían contar con un sistema rápido y preciso que permita a la industria aplicar criterios objetivos de rendimiento en sus compras y orientar a los productores, a través de precios diferenciales, para que ajusten la oferta a los requerimientos de los mercados.

Palabras clave: bovinos de carne - ecuaciones de predicción - cortes minoristas

Introducción

Actualmente en Argentina, la industria frigorífica local no dispone de un sistema objetivo de control de rendimientos y calidad para la compra de hacienda (Horacio Avila, 2003, comunicación perso-

nal), comparable al National Beef Quality Audit-2000 (McKenna, 2002) en Estados Unidos de América. A pesar de las grandes diferencias en rendimiento de músculo por biotipo, verificadas en los concursos de novillos (Avila *et al.*, 2000), todos se venden al mismo precio.

Recibido Abril 29, 2003. Aceptado Julio 24, 2004.

¹Autor para la correspondencia E- mail: schindle@agro.uba.ar

² Facultad de Ciencias Agrarias UNLZ. C.de Cintura, km 2. Llavallol, Prov. Bs. As. Argentina

Se han llevado a cabo numerosos estudios en Estados Unidos de América (Callow, 1961; Abraham *et al.*, 1980; Shackelford *et al.*, 1995; O'Mara *et al.*, 1998; Shackelford *et al.*, 2003), en Europa (Kempster, 1981; Johnson *et al.*, 1972; Muldowney and Connolly, 2001) y en Australia (Charles and Johnson, 1976a,b; Hopkins and Roberts, 1993). En Latinoamérica Amador-Gómez y Palacios-Gómez (1994) y Huerta Leidenz (2002) han realizado investigaciones sobre sistemas de clasificación de ganado y reses bovinas, como así también Da C. Jardim *et al.* (1991), trabajaron con novillos Holstein, estableciendo ecuaciones de regresión para estimar peso y porcentaje de músculo, grasa y hueso. En Argentina, la relación entre la tipificación, vigente desde la década del 30, y los rendimientos solamente fue evaluada por Pruzzo y Santa Coloma (1986).

Camfield *et al.* (1999) encontraron variación entre caracteres de la res entre biotipos diferenciados por su tipo de crecimiento. El efecto del biotipo sobre RC también fue por Avila *et al.* (2000), y de acuerdo a Crouse *et al.* (1975) quienes determinaron que la ecuación de predicción que mejor ajusta es aquella desarrollada dentro de cada biotipo, el objetivo fue identificar la «mejor» ecuación para los biotipos más comúnmente faenados en Argentina.

La predicción de RC es importante y debe basarse en variables independientes de fácil obtención para la industria frigorífica (Abraham *et al.*, 1980). Estos antecedentes muestran la necesidad de desarrollar modelos predictivos para RC aplicables a la situación argentina. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue hallar ecuaciones de predicción para RC para su aplicación en la industria frigorífica de la Argentina.

Materiales y Métodos

Datos

Se trabajó sobre 343 cuarto pistolas (PHQ) de reses de animales faenados entre 1994 y 1998 en frigoríficos argentinos y provenientes de las provincias de Buenos Aires (34,7% del censo ganadero nacional y 58% de la faena nacional), Santa Fe (12,6% del censo ganadero nacional y 21% de la faena nacional) y Corrientes (2,1% del censo ganadero nacional y 1% de la faena nacional) según Iriarte. (1995). Los datos fueron proporcionados a través del convenio «Estudio de tipificación de reses vacunas», realizado entre Facultad de Agronomía-U.B.A., S.E.N.A.S.A. y A.A.C.R.E.A., entre 1998 y 2000 (Santa Coloma, 1999).

Dado que los animales son agrupados por características visuales al ingresar a la planta frigorífica, se conformaron los siguientes biotipos: 1) BB (bri-

tánico, puro o sus cruzas, n=123), 2) BC (británico x continental, n=39), 3) BBI (británico x Bos indicus, n=113), 4) HH (Holando Argentino, n=25), 5) CC (continental, n=20), 6) CBI (continental x Bos indicus, n=23), diferenciándose las edades según clasificación dentaria (DC) en cero, dos, cuatro, seis incisivos permanentes.

En todos los casos se pesó la media res derecha. La grasa pélvica y de riñonada o grasas internas (KPH), que la industria frigorífica local separa antes del cuarteo, se pesó en caliente. Se pesó el cuarto pistola (PHQ) ya frío, y los siguientes cortes del PHQ: peceto (*m. semitendinosus*), tortuguita (*m. gastrocnemius*), bola de lomo (*m. cuadriceps femoris*), lomo (*m. psoas major*), cuadrada (*m. biceps femoris*), cuadril sin tapa (*m. gluteus medius*), colita de cuadril (*m. tensor fasciae latae*) y garrón (*m. flexor digitalis longus*) totalmente deshuesados y desgrasados. La elección de estos cortes se debió a que en ellos puede lograrse el desgrase total.

Análisis Estadístico

Se calcularon las medias muestrales para rendimiento de cortes minoristas (porcentaje de cortes minoristas respecto de la media res: RC), porcentaje de grasas internas (%KPH), porcentaje del peso del cuarto pistola respecto de la media res (%PHQ), dentición (DC) y peso de la media res (CW).

Se utilizó metodología de selección de modelos de regresión lineal múltiple para la identificación de la «mejor» ecuación de predicción. Se consideraron conjuntamente el R^2 , R^2 ajustado, C_p de Mallows y cuadrado medio residual (MSE) como criterios de selección estándar, proporcionados todos por el procedimiento *reg* del paquete estadístico SAS (1999). Asimismo se utilizaron algoritmos de selección de variables como Forward y Stepwise, también computados por el paquete SAS. De los modelos con valores adecuados de C_p se seleccionaron aquellos de mayor R^2 y mayor R^2 ajustado por el número de parámetros (Myers, 1986). Concurrentemente con la estimación de ecuaciones, se realizó el examen de los residuales para verificar que los datos cumplan los supuestos del análisis de regresión, asimismo se efectuaron procedimientos de diagnóstico de puntos influyentes y multicolinealidad.

En todos los análisis la variable respuesta fue la proporción de cortes minoristas (RC). No se utilizó el peso de cortes minoristas como variable dependiente debido a la relación inversa entre proporción de RC y CW. A medida que aumenta CW, aumenta la grasa y la proporción de músculo decrece más que la de hueso (Berg y Butterfield, 1976). Las variables regresoras fueron: CW, %KPH, %PHQ (proporción de PHQ desgrasado a cuatro costillas con relación al peso de la res) y DC. La elección de estas variables independientes para predecir RC se realizó teniendo

do en cuenta que en la industria frigorífica local se pesa la media res caliente y KPH, que se saca y se embolsa antes del cuarteo fácilmente y a bajo costo. El cuarteo del PHQ es una etapa obligada para separar los cortes correspondientes al asado y vacío que la industria vende de inmediato al consumo. Además se lo utiliza en los concursos de novillos dado que contiene todos los cortes de mayor valor de la res. También se tuvo en cuenta que, para la industria frigorífica, es más práctico y deseable contar con menos parámetros en la ecuación, como observaron O'Mara *et al.* (1998), quienes observaron que ecuaciones con tres variables independientes sacrificaban poco en exactitud de la predicción con relación a ecuaciones de cuatro variables. En cambio se obtenía la ventaja de utilizar predictores de fácil obtención.

Todos los análisis se procesaron en el Centro de Servicios Informáticos de la FAUBA, en el marco del proyecto UBACyT-AG029.

Resultados y Discusión

Los datos utilizados abarcan situaciones reales del mercado y provienen de empresas frigoríficas, que procesan aproximadamente el 81.1% de las reses consumidas en el mercado interno y externo. Se calcularon las medias muestrales de RC y de las variables independientes por biotipo (Cuadro 1a). CC fue el biotipo con mayor porcentaje de RC en promedio, siendo HH el menor (Cuadro 1a) a la vez que el mayor CW promedio. El porcentaje igual de cortes minoristas (RC), en promedio, fue del 14,2%, sobre un peso promedio de DCW 142,2 kg. (Cuadro 1b), presentando esta variable un amplio rango de variación. Las grasas internas (%KPH) alcanzaron en promedio, un 1,9% sobre CW, siendo el porcentaje promedio del cuarto pistola (%PHQ) del 39,7% (Cuadro 1b).

Se seleccionó una ecuación de predicción de la proporción de RC para cada biotipo (Cuadro 2, ejemplo para el biotipo CC). Se observaron diferencias en R^2 entre las ecuaciones elegidas para cada biotipo, debido a que cada uno constituye una muestra, y las diferencias en las varianzas de la variable dependiente e independientes entre muestras producen diferencias en los valores de R^2 de las mismas (Achen, 1982).

Para el biotipo CC, RC puede ser predicho apropiadamente por la ecuación que incluye dos de las variables consideradas (%KPH, %PHQ). Esta ecuación presentó un valor aceptable de C_p y valores adecuados para los restantes criterios (Cuadro 2) y coincide con la ecuación elegida por los algoritmos de selección empleados. El mismo procedimiento se efectuó para la selección de las ecuaciones para todos los demás biotipos (Cuadro 3).

En los modelos para los biotipos BB, BC, BBI y

CC, %PHQ resultó con alto nivel de significancia ($P < 0.01$), significativa ($P < 0.05$) para CBI y no significativa para HH. PHQ contiene los cortes de valor de la res y al tener menor grasa intramuscular que el resto de la res expresa una mayor proporción de músculo, dado que la proporción de hueso es relativamente constante. Crouse y Dikeman (1976) observaron que la suma de la rueda y el espinazo (comparable a PHQ) es el mejor indicador del rendimiento de RC parcialmente desgrasada.

El porcentaje de grasa pélvica y de riñonada (%KPH) fue significativa ($P < 0.05$) para BC, CC y CBI, no significativa para HH y no fue incluida en las ecuaciones para BB y BBI. La edad y la raza afectan la distribución de KPH (Callow *et al.* 1961). Animales de distintos biotipos, aún para una misma dentición, no tienen la misma terminación. Charles *et al.* (1976a) observaron en novillos continentales y sus cruza una tendencia a acumular menor %KPH y en los animales más jóvenes a acumular más %KPH. En un estudio realizado con vacas adultas de distintos biotipos (Británicas, Continentales, *Bos indicus* y Holando), O'Mara *et al.* (1998) tomaron mediciones in vivo y post mortem, e incluyeron a %KPH en el modelo elegido para predecir RC usando características de la res. Savell *et al.* (1991) señalaron que %KPH, incluso cuando se estima visualmente, es un factor importante para explicar el rendimiento.

La clasificación dentaria (DC) resultó altamente significativa ($P < 0.01$) para BC y BBI, no significativa para BB. Para los restantes biotipos (HH, CC y CBI) no se incluyó en los modelos elegidos. Para estos datos se observa que los biotipos británicos y sus cruza comprenden todos los valores de DC. En cambio CC, CBI, HH no cubren toda la DC. CC y CBI se faenan a edades más tempranas ($DC=1,2$) y los HH, que tardan mayor tiempo en llegar al grado de terminación, son faenados a edades más tardías ($DC=4,6$) (Cuadro 1a).

El peso de la media res (CW) resultó altamente significativo ($P < 0.01$) para BB, no significativo para HH y no fue seleccionado en los restantes biotipos. Algunos autores (Kauffman *et al.*, 1975; Crouse y Dikeman, 1976) han criticado el uso de CW como variable independiente en la predicción de cortes minoristas, puesto que al utilizar esta variable en dichas ecuaciones, se perjudica a aquellos biotipos de mayor velocidad de crecimiento. Sin embargo, se la incluyó inicialmente entre las variables a considerar para la selección de modelos, pues se trata de un dato que permite anticipar la evaluación antes del cuarteo, que ocurre entre 24 y 48 horas después de la faena. Asimismo, Crouse *et al.* (1975) encontraron que CW es un buen predictor de cortes minoristas dentro de biotipo, pero es un predictor pobre cuando se toman en cuenta todos los biotipos en conjunto.

Cuadro 1a. Medias muestrales por biotipos

Biotipo BB				
Variable	Media	Maximo	Minimo	Desvío estándar
RC (%)	13.96	17.18	10.48	1.40
%KPH	1.88	5.39	0.67	1.03
%PHQ	39.37	43.38	35.19	1.82
DC	2.84	6.00	1.00	2.00
CW (kg)	131.08	206.90	78.62	25.89
Biotipo BC				
Variable	Media	Maximo	Minimo	Desvío estándar
RC (%)	14.64	17.93	12.80	1.04
%KPH	1.82	3.38	0.66	0.60
%PHQ	40.05	45.35	36.86	1.83
DC	2.25	6.00	1.00	1.55
CW (kg)	152.58	216.80	133.48	19.63
Biotipo BBI				
Variable	Media	Maximo	Minimo	Desvío estándar
RC (%)	14.38	16.40	11.96	0.87
%KPH	1.76	4.63	0.39	0.89
%PHQ	40.36	43.23	35.85	1.52
DC	3.23	6.00	1.00	1.64
CW (kg)	142.53	201.69	119.50	16.03
Biotipo CC				
Variable	Media	Maximo	Minimo	Desvío estándar
RC (%)	14.67	17.16	11.28	1.35
%KPH	2.24	4.48	0.80	0.89
%PHQ	40.25	43.38	36.55	1.53
DC	1.30	2.00	1.00	0.47
CW (kg)	148.27	174.75	110.89	15.61
Biotipo CBI				
Variable	Media	Maximo	Minimo	Desvío estándar
RC (%)	14.36	15.70	12.79	0.75
%KPH	1.73	2.86	1.05	0.43
%PHQ	40.38	41.65	38.26	0.83
DC	1.086	2.00	1.00	0.28
CW (kg)	145.58	160.28	137.37	5.29
Biotipo HH				
Variable	Media	Maximo	Minimo	Desvío estándar
RC (%)	13.61	15.46	11.91	0.83
%KPH	3.06	4.83	1.55	0.90
%PHQ	37.89	40.11	36.24	1.00
DC	5.44	6.00	4.00	0.91
CW (kg)	171.33	211.50	122.10	21.08

*RC: rendimiento de cortes minoristas (RC/CW), %KPH: porcentaje de grasa pélvica y riñonada, %PHQ: porcentaje de cuarto pistola, DC: clasificación dentaria, CW: peso de la media res.

Cuadro 1b. Medias muestrales de los cortes minoristas y variables independientes

Variable	Media	Maximo	Minimo	Desvío estándar
RC (%)	14.22	17.93	10.48	1.16
%KPH	1.93	5.39	0.39	0.95
%PHQ	39.78	45.35	35.19	1.74
DC	2.88	6.00	1.00	1.89
CW (kg)	142.21	216.80	78.62	23.12

^aRC: rendimiento de cortes minoristas (RC/CW), %KPH: porcentaje de grasa pélvica y riñonada, %PHQ: porcentaje de cuarto pistola, DC: clasificación dentaria, CW: peso de la media res.

Existen antecedentes en la literatura que incluyen en las ecuaciones otras variables a las utilizadas en este trabajo. Hopkins y Roberts (1993) desarrollaron modelos predictivos de RC y grasa de faena, tomando CW y el espesor de grasa dorsal como variables independientes, siendo CW el mejor predictor de RC para todos los modelos evaluados. La inclusión en el modelo del espesor de grasa dorsal en la región del lomo disminuyó el error de predicción de RC, incrementándose el ajuste del modelo, aún más cuando se reemplazó el espesor de grasa por el peso de las grasas de faena. El nivel de engrasamiento determina el rendimiento de cortes minoristas (RC), Abraham *et al.* (1980) han utilizado una o varias medidas de la grasa de la res para estimarlo, generalmente el espesor de grasa dorsal que se mide después del cuarteo, y concluyó que el espesor de grasa

del ojo de bife, el porcentaje de grasas internas de faena (pélvica y riñonada) y el área del ojo de bife, en ese orden, son los factores más importantes para predecir RC, contribuyendo también significativamente CW ($P < 0.05$). Contrariamente a lo que ocurre en EEUU, que estiman el porcentaje de grasas internas (%KPH) visualmente debido a la obligación de dejar la grasa de riñonada hasta el cuarteo para poder tipificar oficialmente, en Argentina se desgrasa la res caliente y %KPH resulta fácil de medir y a bajo costo. También Shackelford *et al.* (1995), predijeron las proporciones de RC, grasa y hueso, basándose en la disección de bifes obtenidos de 1602 reses. Estas últimas variables resultan poco prácticas para uso predictivo, pues no son los primeros datos que se tienen cuando se faena.

Cuadro 2. R², R² ajustado, Cp y Cuadrado Medio Residual (CMR) de las ecuaciones de predicción del rendimiento de cortes minoristas correspondientes al biotipo CC.

Variables independientes incluidas ^a	R ² (%)	Adj.R ² (%)	Cp	CMR
%PHQ	85.4	84.6	6.8	0.000028
%KPH	64.5	62.5	40.0	0.000069
DC	0.9	0	139.4	0.000192
CW	0.1	0	140.6	0.000194
%PHQ - %KPH	90.0	89.0	2.0	0.000020
CW - %PHQ	85.8	84.1	8.3	0.000029
DC - %PHQ	85.5	83.7	8.8	0.000030
DC - %KPH	65.4	61.3	40.3	0.000071
CW - %KPH	64.6	60.5	41.4	0.000073
DC - CW	1.3	0	140.8	0.000203
CW - %PHQ - %KPH	90.4	88.0	3.1	0.000021
DC - %PHQ - %KPH	90.0	88.0	3.5	0.000022
DC - CW - %PHQ	85.7	83.1	10.3	0.000031
DC - CW - %KPH	65.7	59.3	41.6	0.000075
DC - CW - %PHQ - %KPH	90.4	87.8	5	0.000022

^a%KPH: porcentaje de grasa pélvica y riñonada, %PHQ: porcentaje de cuarto pistola, DC: clasificación dentaria, CW: peso de la media res.

Cuadro 3. Ecuación de predicción del rendimiento de cortes minoristas para los biotipos evaluados.

Biotipos	a	%PHQ	%KPH	DC	CW	R ²
BB	-.02236	.46078***		-.00061	-.00014***	.699
BC	-.047614	.489811***	-.4198**	.002483***		.904
BBI	-.0540	.4789***		.0014***		.530
HH	.02036	.3604*	-.23586		-.00008	.477
CC	-.0954	.6272***	-.4605**			.900
CBI	.0009	.3894**	-.8348**			.678

(*P < 0.10, **P < 0.05, ***P < 0.01).

Biotipos: BB: Británico; BC: Británico x Continental; BBI: Británico x Índico; HH: Holando Argentino; CC: Continentales; CBI: Continental x Índico

a: intercepta, %PHQ: porcentaje de cuarto pistola, %KPH: porcentaje de grasa pélvica y riñonada, DC: clasificación dentaria, CW: peso de la media res.

Conclusiones

La ecuación elegida para cada biotipo permitiría predecir el rendimiento de los cortes comerciales utilizados en este estudio (peceto (*m. semitendinosus*), tortugueta (*m. gastrocnemius*), bola de lomo (*m. cuadriceps femoris*), lomo (*m. psoas major*), cuadrada (*m. biceps femoris*), cuadril sin tapa (*m. gluteus medius*), colita de cuadril (*m. tensor fasciae latae*) y garrón (*m. flexor digitalis longus*) de cada animal. 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 y los productores ajustar su oferta a los requerimientos de los mercados. El segundo paso consistirá en la validación de estas ecuaciones con nuevos conjuntos de datos. La utilización de un sistema rápido y preciso permitiría que la industria aplique criterios objetivos de rendimiento en sus compras y oriente a los productores a través de precios diferenciales.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado bajo el marco del proyecto UBACyT-AG029. Agradecemos además a las siguientes empresas frigoríficas por su cooperación: Quick Food SA, Argentine Breeders and Packers SA, Cocarsa SA, Nutryte SA, Rioplatense SA, Arrebeef SA, Swift SA, Prinex SA, Ecopampa SA y Urien Loza SA

Literatura Citada

- Achen, C. H. 1982. Interpreting and using regression. Series: Quantitative Applications in the Social Science. Nº 29. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Abraham, H. C., C. E. Murphey, H. R. Cross, G. C. Smith and W. J. Franks. 1980. Factors affecting beef carcass cutability: an evaluation of the USDA yield grades for beef. *J.Anim.Sci.* 50:841.
- Amador-Gomez, I. y A. Palacios-Gomez. 1994. Sistema de clasificación de canales bovinas, carne y sus comercialización en Colombia. ICTA-Univ.Nac.Colombia. Informe final presentado ante el Ministerio de Agricultura y Cría.
- Avila, V. S., L. F. de Santa Coloma, L. Pruzzo, N. Abbiatti y H. Avila. 2000. Predicción del rendimiento de carne limpia de reses vacunas utilizando el porcentaje de cuarto pistola desgrasado. Memorias XVI Congreso Latinoamericano de Producción Animal (Resumen). March 2000. Montevideo. Uruguay.
- Berg, R. T. and R. M. Butterfield. 1976. *New Concepts of Cattle Growth*. John Wiley & Sons, N.Y.
- Callow, E. M. 1961. Comparative studies of meat - VII A comparison between Hereford, Dairy, Shorthorn and Friesian steers. *J.Agric.Sci.* 56:265.
- Camfield, P. K., Brown, A. H. Jr., Johnson, S. B., Brown, C. J., Lewis, P. K. and Rakes, Y. K. 1999. Effect of growth type carcass traits of pasture or feedlot developed steers. *J.Anim.Sci.* 77:2437.
- Charles, D. D. and Johnson, E. R. 1976a. Breed differences in amount and distribution of bovine carcass dissectible fat. *J.Anim.Sci.* 42:332.
- Charles, D. D. and Johnson, E. R. 1976b. Muscle weight distribution in four breeds of cattle with reference to individual muscles, anatomical groups and wholesale cuts. *J.Agric.Sci.* 86:435.
- Crouse, J. D., Dikeman, M. E., Koch, R. M. and Murphey, C. E. 1975. Evaluation of traits in the U.S.D.A. yield grade equation for predicting beef carcass cutability in breed groups differing in growth and fattening characteristics. *J.Anim.Sci.* 41(2):548.
- Crouse, J. D. and M. E. Dikeman. 1976. Determinates of retail product of carcass beef. *J.Anim.Sci.* 42(3):584.
- Da C. Jardim, P. O., M. Alves Nunes Dode, J. C. da Silveira Osório y W. E. Lüder. 1991. Estimativa da Composição física em Carcaças de novilhos Holandês PB. *Pesq. Agropec. Bras.* 26(8):1193.
- Hopkins, D. L. and A. H. K. Roberts. 1993. Australian grass-fed beef for Japan. 1. Carcass quality characteristics, saleable meat yield and the value of various carcass measurements for predicting yield. *Aust.J.Exp.Agr.* 33:685.
- Huerta Leidenz, N. 2002. La experiencia venezolana en la implantación de sistemas de clasificación de ganado y canales bovinas. Memorias XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Valera 22-26 de octubre, ULA-Trujillo 2002.
- Iriarte, I. 1995. Comercialización de ganados y carnes: algunos aspectos de su situación actual. Cámara Argentina de Consignatarios de Ganado.
- Johnson, E. R., R. M. Butterfield and W. J. Pryor. 1972. Studies of fat distribution in the bovine carcass and the partition of fatty tissues between depots. *Aust.J.Agr.Res.* 23:381.

- Kauffman, R.G., M. E. Van Ess, R. A. Long and D. M. Schaefer. 1975 Marbling: its use in predicting beef carcass composition. *J.Anim.Sci.* 40(2):235.
- Kempster, A. J. 1981. The indirect evaluation of sheep carcass composition in breeding schemes, population studies and experiments. *Livest.Prod.Sci.* 8:263.
- McKenna, D. R., D. L. Roeber, P. K. Bates, T. B. Schmidt, D. S. Hale, D. B. Griffin, J. W. Savell, J. C. Brooks, J. B. Morgan, T. H. Montgomery, K. E. Belk and G. C. Smith. 2002. National Beef Quality Audit-2000: Survey of targeted cattle and carcass characteristics related to quality, quantity, and value of fed steers and heifers. *J.Anim.Sci.* 80:1212.
- Muldowney, D., J. Connolly and M. G. Keane. 2001. Compositional data analysis in the study of carcass composition of beef cattle. *Livest.Prod.Sci.* 67(3):241.
- Myers, R. H. 1986. *Classical and Modern Regression with Applications*. Virginia Polytechnic Institute and State University. Duxbury Press, Boston Massachusetts PNS Publications. (pp 75:98).
- O'Mara, F. M., S. E. Williams, J. D. Tatum, G. G. Hilton, T. D. Pringle, J. W. Wise and F. L. Williams. 1998. Prediction of slaughter cow composition using live animal and carcass traits. *J.Anim.Sci.* 76:1594.
- Pruzzo, L. y Santa Coloma, L. 1986. Evaluación de fenotipos que intervienen en concursos de reses. *Rev.Arg. Prod.Anim.* , Vol. 6 sup 1: 83.
- Santa Coloma, L. F. de. 1999. Valoración de reses vacunas. Estudio de rendimientos. Duodécimas Jornadas Ganaderas de Pergamino. 45:50.
- SAS Institute Inc., SAS OnlineDoc , Version 8, Cary. NC.: SAS Institute Inc., 1999.
- Savell, J. W., J. J. Harris, H. R. Cross, D. S. Hale and L. C. Beasley. 1991. National Beef Market Survey. *J.Anim.Sci.* 69:2883.
- Shackelford, S. D., L. V. Cundiff, K. E. Gregory and M. Koohmaraie. 1995. Predicting beef carcass cutability. *J.Anim.Sci.* 73:406.
- Shackelford, S. D., T. L. Wheeler and M. Koohmaraie. 2003. On-line prediction of yield grade, longissimus muscle area, preliminary yield grade, adjusted preliminary yield grade, and marbling score using the MARC beef carcass image analysis system. *J.Anim.Sci.* 81:150.