

CARACTERÍSTICAS DE LA RES EN OBJETIVOS Y CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA RAZAS BRITÁNICAS EN EL URUGUAY

Urioste, J.I.¹, Ponzoni, R.W.², Aguirrezabala, M.³, Rovere, G.¹,
Saavedra, D.¹

Recibido: 14/10/02 Aceptado: 10/04/03

RESUMEN

Este estudio consideró la inclusión de características de la res en objetivos y criterios de selección derivados para algunos sistemas pastoriles de producción de carne vacuna en Uruguay, basados en razas británicas. Se determinó la respuesta correlacionada en rendimiento de carcasa (RC), área del ojo del bife (AOB) y espesor de grasa dorsal (EGD) cuando estos rasgos no están incorporados formalmente al objetivo de selección. Se estudió la inclusión de RC en el objetivo, que además consideró rasgos de crecimiento, reproducción y consumo de alimento. Se evaluó el cambio genético en cada rasgo, utilizando índices que incluían características de crecimiento (C), crecimiento más reproducción (CR) o crecimiento más reproducción más res (CRR, donde AOB y EGD son mediciones obtenidas por ultrasonografía). La respuesta correlacionada en características de la res cuando no son incluidas en el objetivo fue nula o muy pequeña. Cuando se incluyó RC en el objetivo, su importancia económica-genética fue la de menor relevancia, en relación a rasgos de crecimiento, reproducción y consumo. El índice CR produjo una ganancia genética de 94% sobre la producida por el índice C, mientras que el índice CRR solo mostró una superioridad de 16% sobre el índice CR. No es previsible un deterioro genético en características de la res, aunque no sean incluidas en el objetivo de selección. La inclusión de RC como único rasgo de carcasa parece ser de importancia secundaria en la selección de vacunos de carne.

PALABRAS CLAVE: bovinos de carne, objetivos de selección, índices de selección, características de res, razas británicas.

SUMMARY

CARCASS ATTRIBUTES IN BREEDING OBJECTIVES AND SELECTION CRITERIA FOR BRITISH BREEDS IN URUGUAY

This study considered the inclusion of carcass attributes in breeding objectives and selection criteria developed for pasture-fed Uruguayan production systems for beef cattle, based on British breeds. Correlated responses in dressing percentage (DP), eye rib area (ERA) and dorsal fat depth (DFD) were determined, when these traits are not formally included in the breeding objective. Addition of DP in the breeding objective, which also included growth, reproduction and feed intake traits, was studied. Genetic change in each trait when using selection indices that included growth (G), growth plus reproduction (GR) and growth plus reproduction plus carcass measures (GRC, where ERA and DFD were obtained by ultrasound techniques) was evaluated. The correlated response in carcass traits when they are not included in the breeding objective was insignificant or very small. When included in the breeding objective, DP showed the lowest economic-genetic importance in relation to other growth, reproduction and feed intake traits. Index GR showed a genetic gain of 94% over that produced by index G, whereas index GRC only showed a superiority of 16% over index GR. Carcass attributes are not expected to deteriorate, even when they are not included in the breeding objective. Inclusion of DP as the only carcass trait in the objective is of secondary importance in beef cattle selection.

KEY WORDS: beef cattle, breeding objectives, selection indexes, carcass traits, British breeds.

¹Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Garzón 780, 12900 Montevideo, Uruguay.

²South Australian Research and Development Institute, GPO Box 397, Adelaide, SA, Australia 5001.

³Asociación Rural del Uruguay, Av. Uruguay 867, Montevideo, Uruguay.

INTRODUCCIÓN

Una de las metas principales en la definición de objetivos de selección es el establecimiento de una adecuada ponderación en el énfasis de selección aplicado a distintos rasgos biológicos. En un trabajo previo (Urioste *et al.*, 1998) se han examinado aspectos de crecimiento, reproducción, facilidad de parto y consumo para sistemas de producción de carne en el Uruguay. Otras investigaciones (Amer *et al.*, 1997, 2001; Barwick y Henzell, 1999; Hirooka *et al.*, 1998; Phocas *et al.*, 1998; Ponzoni y Newman, 1989) han incluido características de la res tanto en los objetivos como en los criterios de selección. Sin embargo, estos autores admiten que los resultados obtenidos dependen en buena medida de los parámetros genéticos y supuestos económicos realizados. Newman *et al.* (1992) no incluyen rasgos de carcasa en su estudio, debido a que los productores no reciben bonificaciones por carcasas más magras. Una problemática similar a esta última ocurre con los rasgos de carcasa en condiciones de Uruguay, donde al momento de este estudio no se pudo disponer de definiciones de mercados compradores con especificaciones detalladas de calidad exigida, en general no se cuenta con escalas que incluyan precios diferenciales, y donde la información sobre atributos de la res es mucho más escasa que en los rasgos mencionados anteriormente.

El objetivo de este trabajo es presentar estudios iniciales sobre la consideración de características de la res en el objetivo y en los criterios de selección, para algunos de los sistemas definidos previamente en el trabajo de Urioste *et al.* (1998), considerando particularmente la situación de razas multipropósito como Aberdeen Angus y Hereford. En un artículo posterior, se hacen consideraciones sobre la importancia de los atributos de la res para razas terminales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios fueron realizados sobre tres de los cuatro sistemas de producción de carne investigados por Urioste *et al.* (1998). La metodología y parámetros genéticos utilizados están extensamente descritos en el referido trabajo. Brevemente, el Sistema 1 corresponde a un sistema tradicional, extensivo, basado exclusivamente en pasturas naturales y un bajo nivel de manejo. Los novillos y vacas viejas son vendidos en el otoño. El Sistema 2 hace un uso estratégico de pasturas mejoradas (15% del área total de pastoreo), obteniendo así una mejor productividad que el Sistema 1. La mitad de los novillos es vendida a los 3 años en primavera (pos-zafra), y la otra mitad se vende 6 meses

después. El sistema 3 tiene dos fases bien diferenciadas: a) la cría, sobre pasturas naturales, con buenos manejos, vendiendo todos los terneros machos, las terneras de refugio y las vacas de descarte en otoño; b) la invernada, con un alto porcentaje de pasturas mejoradas, comprando terneros destetados y vendiendo novillos de 2 años (70%) y de 2.5 (30%) años. El sistema de alimentación asumido en todos los casos fue de pastoreo todo el año. Como base genética se asumió una raza británica multipropósito, como Aberdeen Angus o Hereford.

La Figura 1 ilustra la composición del rodeo para el Sistema 3. Valores correspondientes para los otros sistemas pueden encontrarse en Urioste *et al.* (1998). Esta información es requerida para identificar la estructura de edades del rodeo, el número de reemplazos que ingresan cada año y el número de animales comercializables cada año. También es utilizada para el cálculo de las expresiones descontadas de cada rasgo, ya que no todos los rasgos son expresados en el mismo momento o con la misma frecuencia.

El valor económico (VE) de los rasgos biológicos que influyen en los ingresos y/o los costos de la empresa agropecuaria fue derivado a partir de una ecuación de beneficio económico (P). Los VE fueron calculados como el cambio en P resultante de una unidad de cambio del rasgo en cuestión, asumiendo que todos los otros rasgos se mantienen constantes. El beneficio es definido como la diferencia entre ingresos y gastos. Este enfoque (Ponzoni y Newman, 1989; Newman *et al.*, 1992) permite ignorar los costos fijos de producción. Los rasgos considerados, agrupados en categorías, están listados en el Cuadro 1.

Técnicas de "flujo descontado de genes" (McClintock y Cunningham, 1974) fueron aplicadas en el cálculo de los VE para tomar en cuenta el hecho de que no todos los rasgos se expresan al mismo tiempo o con la misma frecuencia. En el caso de las razas multipropósito, las expresiones para cada rasgo fueron calculadas para 20 años y todas las generaciones en las cuales el rasgo fue expresado dentro de ese período, usando una tasa de descuento del 5%.

Todos los VE fueron expresados en dólares norteamericanos para un rodeo de 100 vacas de cría. A los efectos de que los valores económicos -expresados en términos monetarios por unidad del rasgo en cuestión- puedan ser comparables, deben ser expresados en una unidad común. Un procedimiento generalmente utilizado para este fin consiste en tomar el valor absoluto del valor económico por el desvío estándar genético aditivo del rasgo en cuestión (Ponzoni, 1992; Barwick *et al.*, 1994). El valor absoluto de la última expresión ($|EV| \times \sigma_A$) permite la comparación de

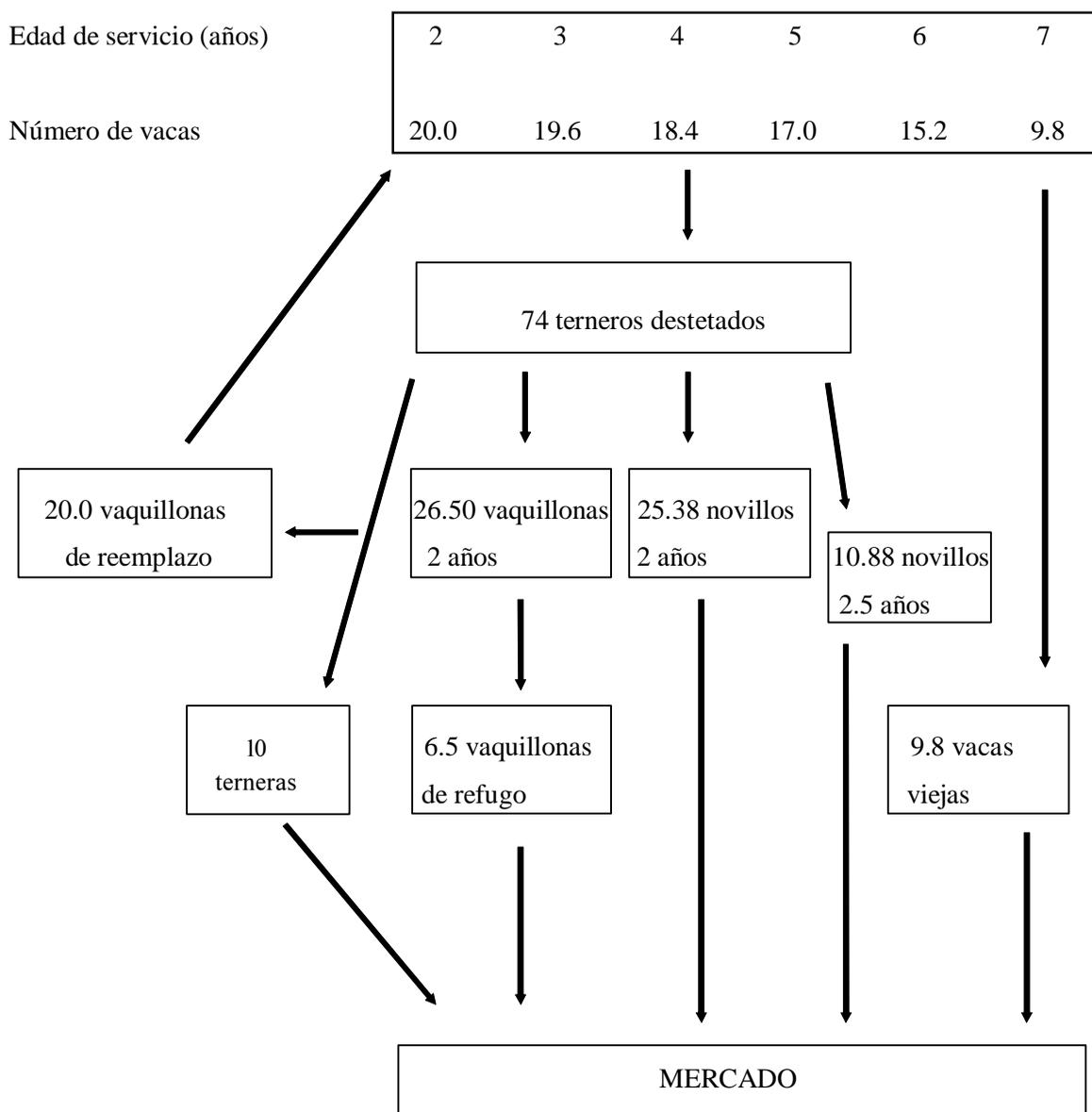


Figura 1. Composición del rodeo para el Sistema 3.

Cuadro 1. Rasgos biológicos que afectan el beneficio.

Grupo de rasgos	Rasgos biológicos
Reproducción	Tasa de destete (TD), %
Facilidad de parto	Facilidad de parto, directa (FPd), % Facilidad de parto, materna (FPm), %
Crecimiento	Peso de venta, animales jóvenes (PVj), kg Peso de venta, vaca (PVv), kg
Consumo	Consumo de alimento, período invernal: animales jóvenes (Cj), kg materia seca vacas (Cv), kg materia seca
Res	Rendimiento de carcasa (RC), %

rasgos en términos de la "variación económica-genética" (VEG) disponible.

El Cuadro 2 muestra las características elegidas como posibles criterios de selección, y la información de parientes asumida como disponible para el análisis de las consecuencias de la selección. Estas características fueron elegidas porque su registro es posible dentro de los actuales sistemas de recolección de registros y por sus correlaciones genéticas con los rasgos en el objetivo de selección.

Las medidas de ultrasonografía, si bien no son de uso extendido, son posibles de instrumentar en un futuro cercano.

Las heredabilidades y correlaciones genéticas y fenotípicas asumidas entre los rasgos (objetivo de selección) y características (criterios de selección) fueron elegidas luego de una búsqueda en la literatura (Koots *et al.*, 1994a,b; Nitter *et al.*, 1994; Ponzoni y Newman, 1989; Macneil y Newman, 1994; Mohiuddin, 1993). Las matrices de varianzas y covarianzas resultantes fueron testa-

Cuadro 2. Características elegidas como criterios de selección.

Criterios de selección	Candidato	Padre	Madre
Día de parto, días (DP)			x ¹
Facilidad de parto, % (FP)			x ²
Circunferencia escrotal, cm (CE)	x	x	
Peso al nacimiento, kg (PN)	x	x	x
Peso al destete, kg (PD)	x	x	x
Peso a los 18 meses, kg (P18)	x	x	x
Area ojo del bife (ultrasonografía), mm ² (AOB)	x	x	x
Espesor grasa dorsal (ultrasonografía), mm (EGD)	x	x	x

¹ 3 registros; ² registrado como vaquillona.

das por "permisibilidad" (Foulley y Ollivier, 1986) y satisficieron todas las condiciones necesarias. La información detallada se encuentra en Urioste *et al.* (1998). En particular, las heredabilidades de Rendimiento de carcasa (RC), Espesor de Grasa dorsal (EGD) y Área del ojo del bife (AOB) fueron 0.3, 0.4 y 0.4, respectivamente. RC no está correlacionada genéticamente con rasgos de reproducción o crecimiento, pero se asume una correlación de +0.2 con EGD y AOB. EGD presenta correlaciones genéticas bajas (+0.1) con características de crecimiento, y algo más altas (+0.2) con AOB y rasgos de consumo. Finalmente, AOB presenta valores crecientes de correlación (desde +0.15 con peso al nacimiento hasta +0.4 con peso final) con características de crecimiento.

Situaciones investigadas

Dos situaciones de relevancia analizadas aquí fueron:

A) Estudio de la respuesta correlacionada de rasgos de carcasa en los sistemas de producción más comunes del Uruguay (Sistemas 1 y 2 de Urioste *et al.*, 1998) cuando éstos no están incluidos formalmente en el objetivo. Se asume que para los mencionados sistemas (extensivo y semi-extensivo, respectivamente), los rasgos de carcasa no tienen valor económico pero interesa ver cómo se modifican con distintas definiciones de objetivos y criterios de selección.

B) Inclusión de rendimiento de carcasa (RC) en el objetivo de selección de un sistema de producción más intensivo, con una fase especializada de cría y otra de invernada, utilizando una raza de tipo británico (Sistema 3). Se calculó el valor económico (VE) y la variación económica-genética (VEG) de RC. Se asumió que su valor provenía del precio de los kg contenidos en cada aumento adicional de 1% en el rendimiento. El rendimiento promedio asumido fue de 53.5%

Como criterios de selección para RC se utilizaron espesor de grasa dorsal (EGD) y área del ojo del bife (AOB), obtenidos por ultrasonografía. Se asumieron correlaciones fenotípicas y genéticas de 0.8 entre las mismas medidas tomadas en la res y en el animal vivo. Tres índices de selección fueron comparados, a los efectos de estudiar las consecuencias de incorporar medidas de la res en la evaluación genética de animales para los cuales se han definido objetivos de selección completos, incluyendo RC. El índice C (crecimiento) incluyó registros de peso vivo en el individuo al nacimiento (PN), destete (PD) y 18 meses (P18), medidas ya existentes en los Sistemas Nacionales de recolección de registros. Un segundo índice, el índice CR (crecimiento más reproducción) incluyó los mismos criterios así como también los registros

reproductivos de circunferencia escrotal (CE) en el individuo candidato a la selección y día de parto (DP) (3 medidas en la madre del individuo). El índice CRR (crecimiento más reproducción más atributos de la res) cubrió todas las medidas incluidas en CR y adicionó medidas de espesor de grasa dorsal (EGD) y área del ojo del bife (AOB) tomadas por ultrasonografía en el propio individuo candidato a la selección.

Para cada una de las situaciones estudiadas, los índices de selección fueron evaluados usando el programa SELIND (Cunningham y Mahon, 1977). Para calcular ganancias genéticas en un período de 10 años, fue asumido un cociente intensidad de selección/intervalo generacional de 0.21 (5% de los toros seleccionados, vacas no seleccionadas, e intervalos generacionales de 6 y 3.6 años para vacas y toros, respectivamente). El beneficio económico acumulado (BEA) en 10 años fue una medida de ganancia económica total para cada sistema.

RESULTADOS

El VE obtenido para RC fue de US\$ 165.8 por cada 1% para un rodeo hipotético de 100 vacas. Para establecer algún tipo de comparación con otros grupos de rasgos, RC fue expresado en términos de importancia relativa a la variación económica genética (VEG) de los rasgos de crecimiento. RC fue el rasgo de menor relevancia dentro del objetivo, con una VEG de 18.5 comparado con 100, 26, 120 y 87.9 para crecimiento, facilidad de parto, reproducción y consumo, respectivamente, obtenidos para este mismo Sistema por Urioste *et al.* (1998).

El Cuadro 3 muestra la magnitud de la respuesta correlacionada en los Sistemas 1 y 2, cuando se selecciona durante 10 años por objetivos que no tienen en cuenta las características de la res. Los resultados muestran poca o nula variación, independientemente del sistema de producción y del objetivo definido.

En el Cuadro 4 se presenta la contribución porcentual a la respuesta genética de distintos grupos de rasgos biológicos y el beneficio económico producido por el uso de cada índice.

La ganancia genética del índice CR, expresada en forma de beneficio económico acumulado en 10 años, representa una mejora porcentual sobre el índice C de 94%, mientras que el índice CRR solo muestra una superioridad de 16% sobre el índice CR. La contribución relativa de RC a la ganancia genética fue nula para los índices C y CR, y muy leve para el índice CRR. En el índice C, la contribución mayor es hecha por el crecimiento, contrabalanceado por un efecto muy negativo originado en el aumento del con-

Cuadro 3. Respuesta correlacionada en 10 años en caracteres de la res, seleccionando por un objetivo completo o por peso a los 18 meses.

Rasgos	Sistema 1: Ciclo Completo Tradicional		Sistema 2: Ciclo Completo Mejorado	
	Objetivo Completo	Peso 18 meses	Objetivo Completo	Peso 18 meses
Rendimiento (%)	0	0	0	0
Espesor de Grasa Dorsal (mm)	-0.2	0.5	0.2	0.5
Área Ojo del Bife (cm ²)	0.4	2.3	1.7	2.3

sumo. En los índices CR y CRR, la contribución relativa del crecimiento y la reproducción tiende a ser de similar valor.

Con el índice C, la ganancia genética total fue principalmente explicada por aumentos en PVj y PVv, acompañados por cambios desfavorables en los rasgos de consumo y facilidad de parto, y cambios negligibles en TD. Con el índice CR, los diferentes grupos de rasgos contribuyeron de una manera más balanceada a la respuesta total. Hubo un cambio hacia una mayor respuesta genética en TD, y una reducción en las tendencias genéticas negativas en FP y C. El cambio genético en los rasgos de crecimiento también disminuyó. Con el índice CRR, el cambio genético en atributos de la res se tornó positivo, en tanto el progreso en rasgos de crecimiento fue intermedio con respecto a los otros índices, la tasa de destete fue similar a la del índice CR y el consumo prácticamente no se modificó.

DISCUSIÓN

El actual sistema de precios en Uruguay todavía no toma en cuenta de modo sistemático variaciones en el rendimiento, espesor de grasa subcutánea u otras medidas relacionadas con los atributos de la res. El modelo desarrollado permite la investigación de un amplio rango de escenarios, dentro de las cuales se han elegido dos situaciones. En la primera situación investigada, las características de la res no fueron incluidas formalmente en el objetivo de selección, debido a la dificultad para asignarle un valor económico. El Cuadro 3 muestra cambios genéticos extremadamente moderados en las características de la res frente a diversos sistemas de producción y estrategias de selección. Estos resultados son importantes, porque establecen un punto de partida sólido para el estudio de los atributos de la res en las razas británicas que constituyen

la mayoría de la población de vacunos de carne en el Uruguay. Si bien no puede esperarse que los rasgos relacionados con la calidad de la res mejoren sustancialmente si se les ignora en el objetivo, tampoco es previsible un deterioro de su nivel genético en estas razas, independientemente de la política de selección aplicada.

En la segunda situación analizada, la inclusión de características de res tanto en el objetivo como en los criterios de selección mejoró el resultado económico, pero el salto porcentual logrado es bastante menor, comparado con la inclusión de medidas de fertilidad. En general, diversos estudios (Barwick *et al.*, 1994; Graser *et al.*, 1994; Nitter *et al.*, 1994; MacNeil *et al.*, 1994; Phocas *et al.*, 1998) otorgan mayor importancia relativa a los rasgos de reproducción, seguidos de los de crecimiento y carcasa. El bajo aporte de las características de res en el presente trabajo parecería estar vinculado con la ausencia de correlaciones genéticas con otros rasgos y su escasa variabilidad genética, y a la dificultad de definir precisamente el valor económico de los rasgos considerados. La importancia relativa de RC en el objetivo, menor al 20%, la ubican como el rasgo de menor importancia en el objetivo de selección. Otros autores (Ponzoni y Newman, 1989; Nitter *et al.* 1994; Barwick *et al.* 1994) han reportado una variación económica-genética de rasgos de res entre 26 y 72% de la de crecimiento. Para Hirooka *et al.* (1998), el veteado de la carne fue el rasgo más importante para mejorar el beneficio económico a través de la selección del ganado de carne en Japón. Investigadores australianos (Barwick y Henzell 1999) han propuesto un método para calcular VE para veteado, pero advierten sobre la escasez de información existente y el fuerte condicionamiento que los supuestos del estudio (parámetros genéticos, sistemas de producción, nivel de veteado) ejercen sobre el resultado final. Estudios

Cuadro 4. Cambio genético en 10 años para cada rasgo, ganancia total en 10 años (US\$) y porcentaje de contribución a la ganancia genética de cada grupo de rasgos, usando índices C, CR y CRR.

Rasgos	Índice C	Índice CR	Índice CRR
<i>Cambio genético</i>			
TD (%)	0.7	3.7	3.2
FPd (%)	-3.0	-1.0	-0.9
FPm (%)	0.6	0.8	0.6
PVj (kg)	18.8	11.6	14.6
PVv (kg)	15.0	9.3	11.7
Cj (kg DM)	10.2	2.6	0.9
Cv (kg DM)	19.1	4.1	-0.2
RC (%)	0	0	0.2
AOB (mm ²)	2.1	0.9	4.0
EGD (mm)	0.1	0	0.3
<i>Contribución a la respuesta genética (%)</i>			
Crecimiento	153.4	49.5	54.0
Reproducción	20.6	58.4	44.0
Facilidad de parto	-7.0	-0.1	-0.2
Consumo	-67.2	-7.8	-0.4
Carcasa	0	0	2.6
Beneficio económico en 10 años	2004.2	3833.3	4438.8

Índice C: pesos individuales (al nacimiento, destete y 18 meses).

Índice CR: Índice C + circunferencia escrotal individuo + día de parto en la madre (3 registros).

Índice CRR: Índice CR + espesor de grasa dorsal y área del ojo del bife en el individuo.

Otros símbolos como en los Cuadros 1 y 2.

Europeos (Amer *et al.*, 1997, 2001; Phocas *et al.*, 1998) se centran en medidas de peso y escalas de conformación y engrasamiento de la res. Los resultados muestran gran variabilidad, dependiendo del genotipo de los animales, los sistemas de producción, el precio del alimento y el sistema de penalizaciones en el precio de la carcasa. MacNeil *et al.* (1994) sugieren la necesidad de desarrollar sistemáticamente y durante largo tiempo registros productivos y económicos a nivel de productor comercial.

CONCLUSIONES

No es previsible un deterioro genético en características de la res para las razas multipropósito del país, aunque no sean incluidas específicamente en un objetivo de selección. La inclusión de RC como único rasgo de carcasa parece ser de importancia secundaria en la selección de vacunos de carne, con relación a crecimiento y reproducción, para un sistema como el definido en este trabajo.

Las medidas de calidad de carne merecen un estudio más profundo en el futuro, abarcando un rango más amplio de sistemas de producción y comercialización, así como descripciones biológicas más precisas sobre las características de interés.

AGRADECIMIENTOS

La Asociación Rural del Uruguay, la Facultad de Agronomía y el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) promovieron la labor de investigación y desarrollo en esta área. Se obtuvo financiación de INIA y de la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC) de la Universidad de la República para llevar adelante los trabajos.

BIBLIOGRAFÍA

- AMER, P.R.; EMMANS, G.C. and SIMM, G. 1997. Economic values for carcase traits in UK commercial beef cattle. *Livest. Prod. Sci.* 51:267-281.
- AMER, P.R.; SIMM, G.; KEANE, M.G.; DISKIN, M.G. and WICKHAM, B.W. 2001. Breeding objectives for beef cattle in Ireland. *Livest. Prod. Sci.* 67:223-239.
- BARWICK, S.A. and HENZEL, A.L. 1999. Assessing the value of improved marbling in beef breeding objectives and selection. *Aust. J. Agric. Res.*, 50:503-512.
- BARWICK, S.A.; HENZEL, A.L. and GRASER, H.-U. 1994. Developments in the construction and use of selection indexes for genetic evaluation of beef cattle in Australia. *Proc. 5th. World Congr. on Genet. Appl. to Livest. Prod.*, Guelph, Ontario, Canada, August 7-12 1994, 18: 227-230.
- CUNNINGHAM, E.P. and MAHON, G.A.T. 1977. SELIND. User's guide. A Fortran computer program for genetic selection indexes. Dublin University.
- FOULLEY, J.L. and OLLIVIER, L. 1986. A note on criteria of coherence for the parameters used to construct a selection index. *J. Anim. Breed. Genet.* 103: 81-86.
- GRASER, H.U.; NITTER, G. and BARWICK, S.A. 1994. Evaluation of advanced industry breeding schemes for Australian beef cattle. II. Selection on combinations of growth, reproduction and carcase criteria. *Aust. J. Agric. Res.* 45: 1657-1669.
- HIROOKA, H.; GROEN, A.F. and HILLERS, J. 1998. Developing breeding objectives for beef cattle production 2. Biological and economic values of growth and carcass traits in Japan. *Anim. Sci.* 66:623-633.
- KOOTS, K.R.; GIBSON, J.P.; SMITH, C. and WILTON, J.W. 1994a. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. I. Heritability. *Anim. Breed. Abstr.* 62: 311-338.
- KOOTS, K.R.; GIBSON, J.P. and WILTON, J.W. 1994b. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. II. Phenotypic and genetic correlations. *Anim. Breed. Abstr.* 62: 825-853.
- MACNEIL, M.D. and NEWMAN, S. 1994. Selection indices for Canadian beef production using specialized sire and dam lines. *Can. J. Anim. Sci.* 74: 419-424.
- MACNEIL, M.D.; NEWMAN, S.; ENNS, R.M. and STEWART-SMITH, J. 1994. Relative economic values for Canadian beef production using specialized sire and dam lines. *Can. J. Anim. Sci.* 74: 411-417.
- MCCLINTOCK, A.E. and CUNNINGHAM, E.P. 1974. Selection in dual purpose cattle populations: defining the breeding objective. *Anim. Prod.* 18: 237-247.
- MOHIUDDIN, G., 1993. Estimates of genetic and phenotypic parameters of some performance traits in beef cattle. *Anim. Breed. Abstr.* 61: 495-522.
- NEWMAN, S.; MORRIS, C.A.; BAKER, R.L. and NICOLL, G.B.. 1992. Genetic improvement of beef cattle in New Zealand: breeding objectives. *Livest. Prod. Sci.* 32: 111-130.
- NITTER, G.; GRASER, H.U. and BARWICK, S.A. 1994. Evaluation of advanced industry breeding schemes for Australian beef cattle. I. Method of evaluation and analysis for an example population structure. *Aust. J. Agric. Res.* 45: 1641-1656.
- PHOCAS, F.; RENAND, G. and MENISSIER, F. 1998. Developing a breeding objective for a French purebred beef cattle selection programme. *Livest. Prod. Sci.* 57:49-65.
- PONZONI, R.W. 1992. Genetic improvement of hair sheep in the tropics. *FAO Animal Production and Health paper* 101. FAO, Rome, 168 pp.
- PONZONI, R.W. and NEWMAN, S. 1989. Developing breeding objectives for Australian beef cattle production. *Anim. Prod.* 49: 35-47.
- URIOSTE, J.I.; PONZONI, R.W.; AGUIRREZABALA, M. ROVERE, G. and SAAVEDRA, D. 1998. Breeding objectives for pasture-fed Uruguayan beef cattle. *J. Anim. Breed. Genet.* 115:357-373.