

Parámetros genéticos de caracteres de canal por ultrasonido para Angus en el Uruguay

Genetic parameters for ultrasound traits in Uruguayan Angus

Ravagnolo¹, O., Aguilar, I. y Brito, G.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Uruguay

Resumen

Se estimaron parámetros genéticos para caracteres de ultrasonido para distintas exigencias de nivel promedio en el espesor de grasa subcutánea (uEGS) del grupo de contemporáneos. Las heredabilidades para peso al destete, área del ojo del bife (uAOB), uEGS, grasa intramuscular (uMarb) y aptitud materna obtenidas para la base de datos sin edición (C) fueron: 0,34, 0,34, 0,16, 0,07 y 0,23, respectivamente. Al emplear un nivel de exigencia intermedia (GC25 > 2,5 mm), las estimaciones de heredabilidad fueron 0,35, 0,34, 0,25, 0,09 y 0,24. Y, cuando el criterio de edición fue más restrictivo (GC3 > 3 mm), las respectivas heredabilidades fueron 0,37, 0,34, 0,29, 0,18 y 0,25, respectivamente. El mayor nivel de exigencia implicó un uso de apenas el 13% de las observaciones de uEGS y uMARB. Las correlaciones de los méritos genéticos predichos entre C y los diferentes niveles de exigencia fueron 0,95 con GC25 y 0,82 con GC3 para uEGS, mientras que para uMARB fueron 0,93 con GC25 y 0,81 con GC3. Se evaluó que la incertidumbre en las estimaciones obtenidas con el archivo GC3 fue demasiado alta como para concluir sobre la utilidad de emplear ésta alternativa. Se concluye que no amerita incorporar a la evaluación genética nacional la edición empleada al obtener GC25 y los parámetros correspondientemente estimados debido al bajo efecto que tuvo sobre el ordenamiento de los reproductores y a las escasas modificaciones en las precisiones calculadas.

Palabras clave: ultrasonido, espesor de grasa subcutánea, grasa intramuscular, parámetros genéticos.

Summary

Genetic parameters for ultrasound traits were estimated under different requirements of the average level in fat depth (uEGS) of the contemporary group. Heritabilities for weaning weight, rib eye area (uAOB), intramuscular fat (uMARB) and maternal ability obtained for the data set without edition (C) were 0.34, 0.34, 0.16, 0.07 and 0.23, respectively. With intermediate levels of restriction (GC25 > 2.5 mm), the estimates of heritability were 0.34, 0.34, 0.25, 0.09, and 0.24. When the level of edition was high (GC3 > 3 mm), estimated heritabilities were 0.37, 0.34, 0.29, 0.18, and 0.25, respectively. The higher level of restriction implied the use of only 13% of the records of uEGS and uMARB. Correlations of predicted genetic merit between C and the different levels of edition for uEGS was 0.95 with GC25 and 0.82 with GC3. Corresponding values for uMARB were 0.93 with GC25 and 0.81 with GC3. The interpretation of the results

Recibido: octubre de 2010

Aceptado: noviembre de 2010

1. Programa Nacional de Producción de Carne y Lana, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Uruguay Estación Experimental INIA Las Brujas. Ruta 48 - Km. 10 - Rincón del Colorado. C.P. 90.200, Canelones - Uruguay. E-mail: oravagnolo@lb.inia.org.uy

suggests that uncertainties in the estimates were too high to enable conclusions about the utility of this criterion to edit the data. It is concluded that there is not enough merit to edit data under the criterion GC25 and to use the corresponding estimated parameters, due to the small effect on the ranking of seedstock and the scanty changes in obtained accuracies.

Key words: ultrasound, fat depth, intramuscular fat, genetic parameters.

Introducción

La principal meta de la industria cárnica en Uruguay es la de satisfacer la demanda de los consumidores en los diferentes mercados. Mientras que la mayoría de las industrias generan un producto para un mercado, la industria de la carne ha generado primero un producto y luego ha buscado un mercado para el mismo. Es imperante que la industria cárnica uruguaya pase a ser una industria orientada y dirigida por las preferencias de los consumidores. El éxito y supervivencia de esta industria radicará en que los productores puedan satisfacer estas preferencias a través del mejoramiento genético y de nuevas prácticas de alimentación. El área del ojo del bife y el espesor de grasa, en conjunción con el peso de la carcasa, son caracteres relevantes en cuanto a la producción de cortes valiosos. A su vez, la grasa intramuscular es uno de los atributos de calidad de la carne mejorando la palatabilidad, la terneza y el sabor (Brito et al., 2000).

En la mayoría de los planes de mejoramiento genético nacionales para ganado de carne, se han utilizado como criterios de selección para la mejora genética, las DEPs (diferencias esperadas en la progenie) de caracteres de canal por ultrasonido: área del ojo del bife (uAOB), espesor de grasa subcutánea (uEGS) y grasa intramuscular (uMARB). Dado que estos caracteres están genéticamente correlacionados, la evaluación genética es multi-carácter (Bertrand et al., 2001; Wilson 1992). Desde 2003, la Sociedad de Criadores Angus del Uruguay, conjuntamente con el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y la Facultad de Agronomía, empleando imágenes por ultrasonido, midieron el área del ojo del bife y el espesor de grasa, dentro del programa de evaluación genética

(SER, Servicio de Evaluación de Reproductores). A partir del 2005, se comenzó a registrar uMARB con el objetivo de determinar la posibilidad de realizar una evaluación genética para dicho carácter. Las estimaciones de heredabilidad utilizando modelos unicarácter o multicarácter fueron cercanas a 0,27, 0,11 y 0,12 para uAOB, uEGS y uMARB, respectivamente (Ravagnolo et al., 2010). Las estimaciones obtenidas de heredabilidad para uMARB fueron menores a las reportadas en otros estudios (por ejemplo, Bertrand et al., 2001). Asimismo, Graser et al. (2005) recomendaron medir el carácter uMARB solamente en aquellos animales que registren más de 5 mm de espesor de grasa de cadera. Dado que en Uruguay no se registra espesor de grasa de cadera, se podría considerar a uEGS como criterio de engrasamiento. El presente trabajo tiene por objetivo estudiar el efecto de imponer diferentes niveles mínimos de uEGS en las estimaciones de heredabilidad de caracteres de canal medidos por ultrasonido. El segundo objetivo es estimar los parámetros genéticos de dispersión para realizar la evaluación genética, incluyendo el peso al destete. Esta inclusión intenta modelar la asociación de los caracteres de la canal con el crecimiento, para obtener valores de cría no sesgados por la selección (no todos los animales con registros de pesos al destete disponen de información de peso a 18 meses y de mediciones de ultrasonido).

Materiales y Métodos

Datos:

Los datos colectados por el INIA durante cuatro años (animales nacidos entre 2005 y 2008), consistieron en: 1) área del ojo del bife del *longissimus dorsi*, uAOB; 2) espesor de

grasa subcutánea, uEGS; y 3) grasa intramuscular (uMARB), de vaquillonas y toritos Angus de 18 meses de edad. Las imágenes fueron colectadas usando un Aloka SSD 500, equipado con un transductor de 3,5 MHz de 17,2-cm y un superflab (Aloka Co.Ltd.Tokyo, Japón) entre la 12va y 13ra costilla. Las mediciones de grasa intramuscular fueron obtenidas con el programa de interpretación Biosoft Toolbox® (Biotrinics Inc. versión 2.1). Las imágenes fueron tomadas por la misma persona dentro de un mismo rodeo y las interpretaciones fueron realizadas por un mismo técnico idóneo. Los datos provinieron de 62 cabañas, siendo 555 el número de padres utilizados. La información analizada se describe en el Cuadro 1.

Los grupos de contemporáneos se formaron usando los criterios actuales para la evaluación genética (igual rodeo, sexo, estación de nacimiento y grupo de manejo). La información genealógica provino de la Asociación Rural del Uruguay. Se realizaron los controles de calidad rutinarios de la evaluación genética nacional con el objetivo de eliminar inconsistencias lógicas e incompatibilidades biológicas. Se eliminaron del análisis todos aquellos animales sin padre ni madre conocidos, los grupos de contemporáneos con menos de cinco observaciones y crías de un sólo padre, y los registros con valores que no

Cuadro 1: Estadísticas descriptivas para peso al destete y características de ultrasonido, para los tres grupos de datos analizados¹.

Table 1: Descriptive statistics for weaning weight and ultrasound traits in the three datasets.

	Carácter	N°	Media	D.E.	Min	Max
C-GC25-GC3	Edad al destete(días)	10387	192,72	28,75	121	293
	P205 (kg)	10387	196,51	40,31	71,60	397,40
	uAOB (cm2)	7733	47,80	11,54	15,68	99,74
C	uEGS (mm)	7698	2,48	0,84	0,80	12,71
	uMARB (%)	6734	2,20	0,87	0,10	8,50
	Edad a medición	7733	544,62	32,44	447	649
	Tamaño GC	395	19,43	52,57	5	147
GC25	uEGS (mm)	3315	2,99	0,98	1,30	12,70
	uMARB (%)	2929	2,48	0,99	0,10	8,50
	Edad a medición	3315	550,69	30,96	447	649
	Tamaño GC	193	17,19	52,57	5	143
GC3	uEGS (mm)	996	3,72	1,30	1,80	12,70
	uMARB (%)	875	2,61	1,12	0,10	8,50
	Edad a medición	996	553,15	32,70	484	649
	Tamaño GC	78	12,77	52,57	5	37

¹ C: Base de datos sin edición; GC25 incluye solo registros uEGS y uMARB pertenecientes a grupos de contemporáneos con promedio de uEGS mayor a 2,5 mm, GC3: incluye solo registros de uEGS y uMARB pertenecientes a grupos de contemporáneos con promedio de uEGS mayor a 3 mm.

estuvieran comprendidos dentro del rango de tres desvíos estándares del promedio del grupo de contemporáneos.

Los análisis se realizaron con diferentes archivos de datos. El primero de ellos (C) incluyó todos los animales que cumplieron con los criterios de edición al destete y tenían registro de grasa intramuscular. El segundo archivo (GC25) estuvo constituido con datos de uEGS y uMARB, de animales cuyos grupos de contemporáneos tuvieran un promedio de uEGS superior a 2,5 mm. Finalmente, para el tercer archivo (GC3), se eliminaron los datos de uEGS y uMARB provenientes de grupos de contemporáneos con un promedio de uEGS inferior a 3 mm

Modelo de Análisis

Se estimaron componentes de varianza mediante un modelo multi-carácter que incluyó los caracteres peso al destete ajustado a 205 días (PD), uAOB, uEGS y uMARB (modelo actualmente utilizado en la evaluación genética nacional). La inclusión del peso al destete en el modelo multi-carácter fue para evitar posibles y sesgos por selección, en las predicciones de los valores genéticos aditivos y en las estimaciones de los componentes de varianza.

La ecuación del modelo fue la siguiente

$$y_{ijkl} = CG_i + EM_j + AOA + AOA2 + a_k + e_{ijkl}$$

donde GC_i es el efecto del grupo contemporáneo i de la característica l ($i=1$ a 395 para uAOB y 395, 193 y 78 para uEGS y uMARB en C, GC25 y GC3, respectivamente); EM_j es el efecto clasificatorio de la edad de la madre j ($j=1$ a 4); AOA es el efecto de la edad del animal al momento de la medición como covariable lineal (solamente para las variables de ultrasonido); AOA2 es el efecto de la edad del animal al momento de la medición como covariable cuadrática (solamente para las variables de ultrasonido); a_k es el efecto genético aditivo del animal k ($k=1$ a 23208); y e_{ijkl} es el error del modelo. Para el carácter PD se incluyó el efecto genético aditivo materno.

No se consideró el efecto ambiental materno permanente porque un análisis previo resultó en una estimación de la varianza cercana a cero.

La estructura de varianzas y covarianzas utilizada fue:

$$\text{Var} \begin{bmatrix} a \\ m \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_a \otimes A & G_{am} \otimes A & 0 \\ G_{am} \otimes A & G_m \otimes A & 0 \\ 0 & 0 & R \otimes I_n \end{bmatrix}$$

donde a es el vector de valores genéticos aditivos directos, m es el vector de valores genéticos aditivos maternos y e es el vector de errores. La matriz de varianzas y covarianzas de los efectos genéticos aditivos directos es G_a . La matriz G_m corresponde a (co)varianzas aditivas maternas, siendo el único elemento diferente de 0 el correspondiente al peso al destete. Asimismo, G_{am} es la matriz de covarianzas genéticas aditivas entre efectos directos y maternos. La matriz de varianzas y covarianza de los errores es R .

Método de estimación

Los parámetros genéticos fueron estimados mediante teoría bayesiana y el muestreo de Gibbs empleando el programa GIBBS2F90 (Misztal et al., 2002). Para los componentes de (co)varianza se asumieron distribuciones *a priori* no informativas ("flat priors"). Algunos de los parámetros iniciales fueron obtenidos del trabajo de Ravagnolo et al. (2010), mientras que otros fueron tomados de la evaluación genética nacional (datos inéditos). Los estadísticos de la distribución marginal posterior se computaron utilizando una muestra cada 10, a partir de una cadena de 200.000 iteraciones, desechándose ("burn-in") las primeras 20.000. En consecuencia, los resultados fueron obtenidos a partir de 18.000 observaciones. Se calcularon las medias y los desvíos estándares de la distribución marginal posterior, el intervalo de credibilidad posterior de alta densidad al 95% (HPD), y el tamaño efectivo de muestra,

para cada parámetro. La convergencia fue determinada a través de inspección visual de la cadena, conjuntamente con el tamaño efectivo de la muestra para los parámetros de interés.

Correlación empírica entre resultados

Para estudiar el efecto de las tres alternativas sobre las DEPs, se realizaron evaluaciones genéticas para cada uno de los archivos mencionados anteriormente, utilizando las estimaciones respectivas de los componentes de varianza. A tal efecto se utilizó el programa BLUPf90 (Misztal et al., 2002). Las precisiones fueron calculadas usando las varianzas del error de predicción, obtenidas a partir de los elementos diagonales de la matriz inversa de los coeficientes.

Resultados y Discusión

Se presenta una descripción de los datos en el Cuadro 1. Los promedios para uEGS y uMARB son significativamente más bajos que

los observados en la literatura (Crews y Kemp et al., 2002; Hassan et al., 2003; Reverter et al., 2000) para Angus, y que los reportados por Cantet y Birchmeier (2010) para Brangus en Argentina, aunque similares a los reportados por Touruco et al. (2006) para Braford y Hereford en Brasil. El número de datos de uEGS y uMARB utilizados declinó al imponerse las dos restricciones comentadas anteriormente, reduciéndose al 43 % y 13% de los datos originales para GC25 y GC3, respectivamente. Como consecuencia se incrementaron los desvíos estándares de ambas características. La inspección visual de las distribuciones de uEGS y de uMARB en GC25 y GC3 no evidenció distribuciones truncadas.

El Cuadro 2 presenta las estimaciones de los componentes de varianza y las heredabilidades para el análisis utilizando la totalidad de los datos (C). Las medias posteriores de los parámetros estimados que se obtuvieron fueron distintas a las calculadas por Ravagno-

Cuadro 2: Estadísticas estimadas de la distribución marginal posterior de las heredabilidades (h^2) de la totalidad de los datos (C), del subconjunto de datos GC25 y del subconjunto de datos GC3.

Table 2: Estimated statistics from the marginal posterior distributions of heritabilities (h^2) from the full data (C), subset GC25 and subset GC3.

Carácter	h^2	Media	PSD ¹	95%HPD _I ²	95%HPD _U ³	ESS ⁴
P.D. directo	C	0,34	0,04	0,26	0,42	318
	GC25	0,35	0,04	0,28	0,44	317
	GC3	0,37	0,05	0,28	0,46	260
uAOB*10	C	0,34	0,04	0,27	0,41	393
	GC25	0,34	0,03	0,28	0,41	397
	GC3	0,34	0,03	0,27	0,41	385
uEGS	C	0,16	0,03	0,11	0,22	197
	GC25	0,25	0,05	0,28	0,35	106
	GC3	0,29	0,08	0,13	0,42	51
uMarb	C	0,07	0,01	0,05	0,09	190
	GC25	0,09	0,02	0,15	0,13	107
	GC3	0,18	0,05	0,07	0,27	41
Leche	C	0,23	0,03	0,16	0,29	227
	GC25	0,24	0,03	0,18	0,31	245
	GC3	0,25	0,04	0,18	0,33	178

PSD: desvío estándar posterior; 95%HPD: 95% intervalo de la distribución posterior de mayor densidad límite inferior (I) - superior (U). ESS: Tamaño efectivo de la muestra.

lo et al. (2010). En esta última investigación, se incluyó un año menos de datos que el utilizado aquí y se empleó un modelo que no incluía el peso al destete y la habilidad materna. A excepción de la heredabilidad para uMARB, el resto de las estimaciones de los parámetros fueron mayores. Las heredabilidades estimadas para uAOB, uEGS y uMARB fueron menores al promedio de las estimaciones de diversos artículos revisados por Bertrand et al. (2001) pero dentro del rango de valores publicados, con excepción de uMARB. Reverter et al. (2000) presentaron estimaciones más altas para la raza Angus en las tres características, al igual que Hassan (2003). Sin embargo, los resultados del presente estudio son similares a los obtenidos por Tarouco et al. (2006) para uAOB y uEGS, en un estudio realizado con Braford y Hereford en Brasil. Para la raza Brangus en Argentina, Cantet y Birchmeier (2010) observaron estimaciones de heredabilidad menores para uMARB (0,07 vs. 0,21), igual para uEGS (0,16) y mayores para uAOB (0,34 vs 0,19).

Al comparar las estimaciones obtenidas con los diferentes criterios de edición de uEGS y uMARB, se observa que las medias posteriores para peso al destete, uAOB y aptitud materna permanecen constantes, mientras que para uEGS y uMARB aumentan de modo considerable: la heredabilidad para uEGS aumentó de 0,16 a 0,25 en GC25, y a 0,29 con GC3. Asimismo, para uMARB la heredabilidad estimada pasó de 0,07 a 0,09 con GC25, y de 0,07 a 0,18 en GC3. Debe destacarse que el desvío estándar de la distribución posterior de la heredabilidad aumentó al disminuir el tamaño del archivo: 0,03, 0,05 y 0,08 para uEGS, y en 0,01, 0,02 y 0,05 para uMARB, para C, GC2,5 y GC3, respectivamente. Asimismo, la disminución del tamaño efectivo de la muestra aumentó: 197, 106 y 51 para uEGS y 190, 106 y 41 para uMARB, para C, GC2.5 y GC3, respectivamente.

El Cuadro 3 presenta las correlaciones genéticas obtenidas para los tres análisis. Las correlaciones genéticas entre uAOB, uEGS y uMARB fueron levemente mayores que las

Cuadro 3: Estimaciones de correlaciones genéticas ($\pm$ D.E.)*.

Table 3: Estimates of genetic correlations ($\pm$ Std.Dev.)*.

Correlación Genética	C	GC25	GC3
PD- uAOB	0,42 $\pm$ 0,08	0,42 $\pm$ 0,08	0,40 $\pm$ 0,09
PD-uEGS	-0,07* $\pm$ 0,12	-0,22 $\pm$ 0,13	-0,39 $\pm$ 0,16
PD-uMARB	0,33* $\pm$ 0,10	0,07 $\pm$ 0,12	-0,21 $\pm$ 0,18
PD-Leche	-0,48 $\pm$ 0,08	-0,53 $\pm$ 0,08	-0,54 $\pm$ 0,09
uAOB-uEGS	0,19* $\pm$ 0,09	0,11 $\pm$ 0,10	-0,06 $\pm$ 0,15
uAOB-uMARB	-0,25* $\pm$ 0,10	-0,18 $\pm$ 0,11	-0,27 $\pm$ 0,15
uAOB-Leche	0,12 $\pm$ 0,09	0,12 $\pm$ 0,09	0,12 $\pm$ 0,09
uAOB-uMARB	0,65* $\pm$ 0,07	0,83 $\pm$ 0,04	0,92 $\pm$ 0,03
uAOB-Leche	0,11 $\pm$ 0,12	0,22 $\pm$ 0,12	0,28 $\pm$ 0,17
uMARB-Leche	0,23 $\pm$ 0,03	-0,22 $\pm$ 0,12	0,01 $\pm$ 0,18

* C: Base de datos sin edición; GC25 incluye solo registros uEGS y uMARB pertenecientes a grupos de contemporáneos con promedio de uEGS mayor a 2,5 mm, GC3: incluye solo registros de uEGS y uMARB pertenecientes a grupos de contemporáneos con promedio de uEGS mayor a 3 mm.

obtenidas por Ravagnolo et al. (2010). Al comparar las medias de las distribuciones posteriores de las correlaciones se observa un incremento en el valor absoluto de uEGS en comparación con el resto de los caracteres. Las correlaciones involucrando uMARB no mostraron un patrón definido, pero la mayoría de las correlaciones tuvieron valores bajos, con excepción de la correlación entre uEGS y uMARB que aumentó a medida que se impusieron restricciones en el valor mínimo de la variable uEGS.

Para analizar las consecuencias de los distintos criterios de edición sobre las DEPs y sus precisiones se utilizaron aquellos animales con una exactitud mayor o igual a 0,2. En el Cuadro 4 se presentan las correlaciones entre las soluciones del efecto genético aditivo para cada archivo. En el caso de uAOB, con la misma información en todos los análisis y diferentes estimaciones paramétricas, se observó una alta correlación entre las soluciones. En el caso de uEGS y uMARB, las correlaciones fueron menores y disminuyeron al aumentar el valor de edición respecto del promedio del grupo de contemporáneos de uEGS, siendo mayor la correlación entre C y GC25 que entre GC25 y GC3. El Cuadro 5 presenta una descripción resumida de las precisiones para los diferentes análisis. En ésta se observa que el promedio de la precisión aumentó con la heredabilidad. La mayor heredabilidad estimada para GC25 no compensó la pérdida de información para los

toros, lo que se reflejó en precisiones máximas menores en GC25 y GC3. Sin embargo, el aumento se observó en los animales con datos, y se reflejó en una precisión promedio mayor al pasar del archivo GC25 al GC3. Para el caso de las correlaciones entre GC3 con C y GC25, los valores estimados fueron menores, mientras que las precisiones mostraron un comportamiento similar al observado con GC25 pero más marcado.

Conclusiones

Utilizar información de uEGS y de uMARB que provienen de grupos de contemporáneos con cierto nivel promedio para uEGS tiene un efecto importante sobre las estimaciones de los parámetros de dispersión. Se observó que a mayores niveles promedio del carácter uEGS, se obtuvieron estimaciones más altas, tanto de la varianza genética aditiva como de la heredabilidad.

Las correlaciones genéticas entre las DEPs de C y GC25 fueron lo suficientemente altas como para que no haya re-ordenamiento relevante de los toros y, como consecuencia, de las decisiones de selección basadas en las DEPs. Las correlaciones involucrando GC3 fueron menores, implicando mayores cambios en el orden de los animales y, por lo tanto, en los candidatos a la selección. Sin embargo, esta alternativa no es aplicable aún debido a la incertidumbre en las estimaciones de los componentes de varianza a causa del escaso

Cuadro 4: Correlaciones entre las soluciones del efecto genético aditivo para cada archivo de datos*.
Table 4: Correlations between the solutions of the additive effects for each data set.

	N°	Correlación entre soluciones		
		C-GC25	C-GC3	GC25-GC3
uAOB	13883	0,998	0,996	0,997
uEGS	1297	0,953	0,823	0,897
uMARB	1281	0,935	0,813	0,891

* C: Base de datos sin edición; GC25 incluye solo registros uEGS y uMARB pertenecientes a grupos de contemporáneos con promedio de uEGS mayor a 2,5 mm, GC3: incluye solo registros de uEGS y uMARB pertenecientes a grupos de contemporáneos con promedio de uEGS mayor a 3 mm.

Cuadro 5: Estadística descriptiva de las precisiones de los valores de cría predichos para los distintos archivos de datos*.

Table 5: Descriptive statistics of accuracies of predicted breeding values for each data set*.

	C			GC25			GC3		
	Media	D.E.	Max.	Media	D.E.	Max.	Media	D.E.	Max.
uAOB	0,36	0,09	0,89	0,35	0,09	0,89	0,35	0,09	0,89
uEGS	0,30	0,09	0,82	0,34	0,08	0,79	0,36	0,09	0,69
uMARB	0,30	0,10	0,85	0,33	0,08	0,79	0,37	0,09	0,67

* C: Base de datos sin edición; GC25 incluye solo registros uEGS y uMARB pertenecientes a grupos de contemporáneos con promedio de uEGS mayor a 2,5 mm, GC3: incluye solo registros de uEGS y uMARB pertenecientes a grupos de contemporáneos con promedio de uEGS mayor a 3 mm.

número de registros utilizados. Consecuentemente, es necesario disponer de mayor cantidad de datos para poder concluir sobre los posibles beneficios de esta alternativa.

Agradecimientos

Se agradece a la Sociedad de Criadores Angus del Uruguay y a su comisión técnica por la posibilidad de realizar éste trabajo, al personal técnico y de apoyo de INIA La Estanzuela e INIA Tacuarembó por recolección e interpretación de las imágenes de ultrasonido. Se reconoce a los revisores por los aportes y comentarios sobre éste trabajo y al editor de sección por los arreglos de edición que mejoraron sustancialmente el artículo.

Bibliografía

- Bertrand, J.K., Green, R.D., Herring, W.O. and Moser, D.W. 2001. Genetic evaluation for beef carcass traits. *Journal of Animal Science* 79:E190-200.
- Brito G., T.D. Pringle, R.E. Williams and Bertrand, J.K. 2000. Segregating feedlot steers into compositional outcome groups using serial ultrasound measurements. *Journal of Animal Science* 78 (Suppl 2).pp 3
- Cantet, R.J.C. y Birchmeier, A.N. 2010. Estimación bayesiana de componentes de (co)varianza en Brangus argentino para caracteres de res mediante el algoritmo FCG. *Agriscientia*. XXVII: 19-26.
- Crews, D.H.Jr. and Kemp, R.A. 2002. Genetic evaluation of carcass yield using ultrasound measures on young replacement beef cattle. *Journal of Animal Science* 80:1809-1818.
- Hassan, A, Wilson, D.E. and Rouse, G.H. 2003. Estimation of genetic parameters for ultrasound-predicted percentage of intramuscular fat in Angus cattle using random regression models. *Journal of Animal Science*. 81:35-45.
- Graser, H-U., B.Tier, D.J. Johnston and Barwick, S.A. 2005. Genetic evaluation for the beef industry in Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 45: 913-921.
- Misztal, I., Tsuruta, S., Strabel, T., Auvray, B., Druet, T. and Lee, D.H. 2002. BLUPF90 and related programs (BGF90). *Proceedings 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Montpellier, France.
- Ravagnolo, O., Brito, G., Aguilar, I., Ciappesoni, G. and Lema, M. 2010. Genetic parameters for ultrasound live traits in pasture fed Angus cattle. *Proceedings 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Leipzig, Germany.
- Reverter, A. Johnston, D.J., Graser, H.U., Wolcott, M.L. and Upton, W.H. 2000. Genetic analyses of live-animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Hereford cattle. *Journal of Animal Science* 78: 1786-1795.
- Tarouco, J.U., Silva, S.L, Ferraz, J.B.S, Balieiro, J.C.C., Roso, V.M., Mourao, G.B., Mattos, E.C., Tarouco, A.K. and Eler, J.P. 2006. Genetic analysis of live ultrasound measurements on replacement bulls and heifers of Braford and Hereford cattle. *Proceedings 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Bello Horizonte, Brasil.
- Wilson, D.E. 1992. Application of ultrasound for genetic improvement. *Journal of Animal Science* 70:973-983.