

SELECCIONES



Interpretación y uso correcto de las diferencias esperadas entre progenie (DEP's) como herramienta de selección para la calidad de carne. Segunda parte[¶]

Revista
Colombiana de
Ciencias
Pecuarias

Interpretation and use of Expected Progeny Differences (EPD) as a selection tool for beef quality. Part two

Horacio R Guitou^{1,2*}, Ing. Agr., PhD; Aldo Monti², MV, MS; Guillermo Sutz², Prog; Inés Baluk², MV.

² Unidad de Genética Animal -INTA Castelar- CICVyA - Instituto de Patobiología. Buenos Aires, Argentina.
hguitou@cnia.inta.gov.ar

(Recibido: 11 noviembre, 2005; aceptado: 2 agosto, 2007).

Resumen

Con el objetivo de mejorar las características de interés económico relacionadas no solo con la eficiencia reproductiva y el potencial de crecimiento sino también con la calidad de carne, la Asociación Argentina de Angus lleva adelante programas de evaluación objetiva de reproductores a través de un convenio firmado con el INTA, brindando información genética (Diferencias Esperadas entre Progenies, DEP) sobre los mismos. Actualmente los DEPs son la mejor herramienta para producir cambios direccionales acordes a la demanda de los diferentes mercados internos y externos en las mencionadas características. Desde el año 2002, el Resumen de Padres Angus suministra DEP para área de ojo de bife (AOB), porcentaje de grasa intramuscular (%GI), espesor de grasa dorsal (EGD), espesor de grasa de cadera (EGC) y porcentaje de cortes minoristas (%CM). Para lograr esto, en primer lugar, esta Asociación elaboró y aprobó el "Protocolo para la Recolección de Datos Ecográficos de Calidad de Carne", según los lineamientos establecidos por Iowa State University, Estados Unidos. Luego, en 2004, creó el Centro de Interpretación de Imágenes Ecográficas (CIIE). De esta forma, las ecografías tomadas por técnicos certificados son interpretadas de manera imparcial en el CIIE por especialistas certificados en Estados Unidos. Así, a partir de la información resultante, tanto de estas mediciones ecográficas como de las características de reproducción y crecimiento, más el archivo de pedigrees de la raza, se obtienen los correspondientes DEP. Los DEPs obtenidos se basaron en la metodología de Modelos Mixtos con propiedades estadísticas BLUP (Best Linear Unbiased Prediction). Para las características que hacen a calidad de carne se usó el Modelo Animal Múltiple Traits (Múltiples Características). De este modo, en el "Resumen de Padres Angus 2005", de un total de 11000 animales medidos por ultrasonido, se evaluaron 771 Toros Padres para características de carne. Los promedios de las medidas de características carniceras ajustadas a 550 días de vida obtenidos para los machos y hembras Puro de Pedigree evaluados, respectivamente, fueron: 1) EGD, 6.1 (n = 3558) y 6.0 mm (n = 1532); 2) EGC, 7.9 (n = 3364) y 7.6 mm (n = 1448); 3) AOB, 84.4 (n = 3734) y 72.5 cm² (n = 1638); y 4) %GI, 2.6 (n = 3450) y 3.1% (n = 1514). Los promedios obtenidos para los machos y hembras

¶ Para citar este artículo: Guitou H, Monti A, Sutz G, Baluk I. Interpretación y uso correcto de las diferencias esperadas entre progenie (DEP's) como herramienta de selección para la calidad de carne en Argentina. Segunda parte. Rev Col Cienc Pec 2007; 20: 363-376.

¹ Trabajo presentado como conferencia magistral en el VIII ENICIP. Medellín, Colombia, noviembre de 2005.

* Autor para el envío de la correspondencia y la solicitud de separatas: Unidad de Genética Animal, INTA Cautelar, CCVyA, Instituto de Patobiología. Buenos Aires, Argentina. E-mail: hguitou@cicv.inta.gov.ar

Puro Controlado, respectivamente, fueron: 1) EGD, 3.8 (n = 2477) y 3.2 mm (n = 955); 2) EGC, 4.8 (n = 2337) y 4.1 mm (n = 856); 3) AOB, 72.1 (n = 2824) y 54.9 cm² (n = 917); y 4) %GI, 2.2 (n = 1802) y 2.8% (n = 578). Estos promedios provenientes de animales criados en sistemas de producción pastoriles típicos de Argentina son similares a los obtenidos en Australia.

Palabras clave: angus, bovinos, DEPs, genética, mejoramiento genético, toritos, vaquillonas

Summary

With the purpose to improve the traits of economic interest related not only to the reproductive efficiency and the potential of growth but to beef quality, the Argentine Angus Association carries out programs of objective evaluation of Angus seedstock animals through an agreement signed with INTA, offering genetic information (Expected Progeny Differences, EPD) on them. At the moment, EPDs is the best tool to produce agreed directional changes to the demand of the different internal and external markets in the mentioned traits. From year 2002, the Angus Sire Summaries provide Ultrasound EPD for rib eye area (REA), percentage of intramuscular fat (%IMF), back fat thickness (BFAT), rump fat thickness (RFAT) and percentage of retail product (%RP). In order to obtain this, in the first place, this Association elaborated and approved the "Protocol for Ultrasound Beef Quality Data Collection", according to the guidelines established by Iowa State University, USA. Then, in 2004, this Association created the "Ultrasound Images Interpretation Center" (CIIE). In this way, the ultrasound images taken by certified technicians are interpreted in a fair way in the CIIE by specialists certified in USA. Thus, from the resulting information, as much from these ultrasound measurements as of the reproduction and growth traits, plus the pedigree database of the breed, the corresponding EPD are obtained. EPDs were based on the methodology of Mixed Models with BLUP statistical properties (Best Linear Unbiased Prediction). For beef quality traits it was used the Multiple Traits Animal Model. In this way, in the "Angus Sire Summary 2005", from a total of 11000 animals measured by ultrasound, 771 Bulls were evaluated for beef quality traits. The average of ultrasound measures adjusted to 550 days obtained for pedigree males and females were, respectively: 1) BFAT, 6.1 (n = 3558) and 6.0 mm (n = 1532); 2) RFAT, 7.9 (n = 3364) and 7.6 mm (n = 1448); 3) REA, 84.4 (n = 3734) and 72.5 cm² (n = 1638); and 4) % IMF, 2.6 (n = 3450) and 3.1% (n = 1514). The average of ultrasound measures for purebred males and females were, respectively: 1) BFAT, 3.8 (n = 2477) and 3.2 mm (n = 955); 2) RFAT, 4.8 (n = 2337) and 4.1 mm (n = 856); 3) REA, 72.1 (n = 2824) and 54.9 cm² (n = 917); and 4) %IMF, 2.2 (n = 1802) and 2.8% (n = 578). Data from pasture-base systems in Argentine showed similar values to those found in pasture-based Australian systems.

Key words: angus, bovine, EPD, genetics, genetic improvement, heifer, yearling bulls

Introducción

En la última década en la Argentina el consumo interno de carne se redujo de 90 a 61 kilos *per capita*. Sin embargo, la exportación de carne no se incrementó significativamente. Por otro lado, países como Estados Unidos y Australia venden semen, embriones y reproductores a los países miembros del Mercosur, brindando información genética (Diferencias Esperadas entre Progenies, DEP) sobre los mismos, en características de la calidad de carne. Además, en lo que respecta a exportación de carne, existen distintas exigencias en la calidad del producto de acuerdo a los diferentes mercados internacionales. Estos son indicadores importantes que justifican la necesidad de comenzar a trabajar en el mejoramiento de características vinculadas con la calidad de carne en nuestra población de

bovinos. Consecuentemente, dado que la Argentina desea competir en este ámbito, se actualizaron sus programas de evaluación genética para que el semen o los reproductores no sean discriminados por la carencia de información genética en lo que respecta a características de calidad carnicera. La figura 1 muestra las ventajas en tiempo, que ofrece el uso de la tecnología de ultrasonido la cual es aplicada en el animal en vivo, en relación con los datos de carcasa (canal de carne bovina) obtenidos de los novillos hijos de los toros padres a ser evaluados.

En el segundo caso (datos de carcasa) esto nos obliga a las demoras clásicas de una prueba de progenie, mientras que en el primer caso los DEPs pueden obtenerse directamente a través de su propia performance.

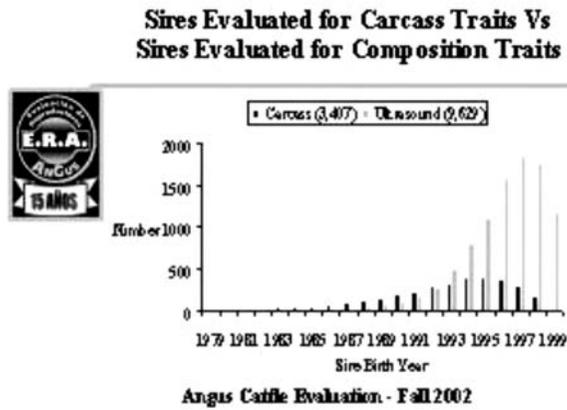


Figura 1. Evolución de datos de carcasa vs. Ultrasonido (USA) (Fuente: American Angus Association)

En Estados Unidos, usando ultrasonido, en sólo tres años triplicaron la cantidad de toros padres evaluados en relación con los que se evaluaron en los últimos veinte años por datos de la carcasa. La tabla 1 muestra la importante correlación genética que existe entre las características de calidad de carne evaluadas por ultrasonido en el toro padre y las que se generan en los datos de carcasa de sus productos (novillos).

Tabla 1. Correlaciones genéticas entre toros padres y sus novillos

**Ultrasonido (U) & Carcasa (C)
Correlaciones Genéticas**

Caract.	Toros (Ecog.)				Novillos (Carcasa)	
	(U) %GI	(U) AOB	(U) GD	(C) %GI	(C) AOB	(C) GD
(U) %GI	.30	-.18	.11	.77	-.15	.04
(U) AOB		.37	.24	-.14	.71	.00
(U) GD			.33	-.02	.01	.75
(C) %GI				.37	-.07	.01
(C) AOB					.28	-.18
(C) GD						.24

Fuente: Dr. Doyle Wilson, Iowa State University

Previo al año 2001, la mayoría de los trabajos sobre evaluación genética que se llevaban a cabo en Iowa State University (ISU), de Estados Unidos, usando técnicas de ultrasonido, fueron financiados por la American Angus Association. Debido al éxito de dicha tecnología para evaluar características propias de la calidad de carne, se fueron incorporando a la Unidad de Mejoramiento Animal de ISU, 17 razas bovinas de carne adicionales. Por tal motivo, desde el año 2001 hasta el año 2004, la American Angus Association decidió incorporar a su staff al Dr. Doyle Wilson, quien participó activamente en los procesos

de reorganización de las actividades que se llevaban a cabo en evaluación genética.

A partir del 2001, se creó la Beef Cattle Ultrasound Technician Annual Proficiency Testing and Certification (APTC), a través del cual se desarrolló el Ultrasound Guidelines Council (UGC), una nueva organización responsable del mantenimiento y fijación de estándares para todo el proceso de certificación de técnicos en ultrasonido. La APTC no tiene fines de lucro, y todos los segmentos involucrados en el área de ultrasonido están representados en ella: asociaciones de criadores de ganado de carne, universidades, Centralized Ultrasound Processing Lab (CUP) comerciales y representantes de los ecografistas certificados.

Hay dos tipos de certificaciones que los técnicos interesados pueden optar para quedar debidamente habilitados: una de ellas, es el aprendizaje de la toma de ecografías a campo; la segunda, es a los fines de interpretar imágenes ecográficas en laboratorio (CUP Comerciales). Anteriormente, las mencionadas certificaciones de los técnicos eran organizadas exclusivamente por ISU. En la actualidad, la única institución responsable de la certificación de técnicos es el UGC. Dicha organización decide anualmente dónde y cuándo se realiza el mencionado curso de certificación de técnicos.

Es importante destacar que ninguna CUP comercial está autorizada para certificar técnicos. Por tal motivo, los técnicos interesados en participar en la provisión de datos a los programas ERA o MIDA de la Asociación Argentina de Angus, deben certificarse en los cursos organizados por la UGC (www.aptcbeef.org) o en los cursos dados por la Asociación Argentina de Angus en la Argentina, con la cooperación del Dr. Doyle Wilson de ISU.

El primer paso dado por la Asociación Argentina de Angus fue la elaboración y aprobación del protocolo "Procedimientos de Recolección de Datos Ecográficos de Calidad de Carne", que sigue los lineamientos establecidos por la Iowa State University, de Estados Unidos, el cual ha sido el centro más importante del mundo en evaluación de características carniceras. Este protocolo tiene como única finalidad establecer pautas académicas precisas

para los potenciales ecografistas interesados en prestar este servicio de medición, en lo que respecta a técnica de trabajo, operarios y equipos. Esto nos permite, no sólo asegurar la calidad de la información, sino también garantizar la compatibilidad de los datos provenientes de distintas fuentes. Consecuentemente, a partir de 2004, en el marco del acuerdo entre la Asociación Argentina de Angus y el INTA, se creó el Centro de Interpretación de Imágenes Ecográficas (CIIE). De esta forma, si bien las ecografías de las distintas características carniceras son tomadas por técnicos privados debidamente certificados, la interpretación de las mismas se realiza en el CIIE, tarea que está a cargo de especialistas certificados en Estados Unidos. Así, la información resultante de estas mediciones es procesada, como las actuales características de crecimiento, por la Unidad de Genética Animal del Centro de Investigación en Ciencias Veterinarias y Agronómicas del INTA Castelar, e integradas al programa ERA, obteniéndose los correspondientes DEP para cada una de las características mencionadas. En las figuras 2 y 3 se observa la evolución de la evaluación de características de calidad de carne en la Argentina.

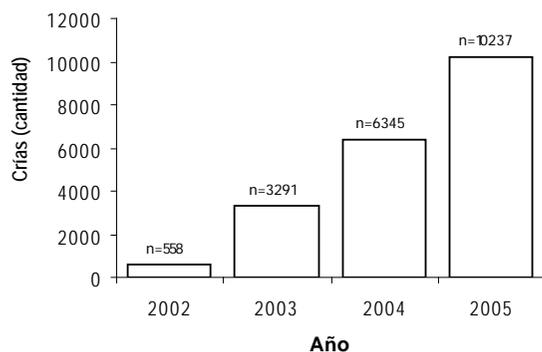


Figura 2. Evolución de la cantidad de crías evaluadas (Fuente: ERA 2005. Argentina).

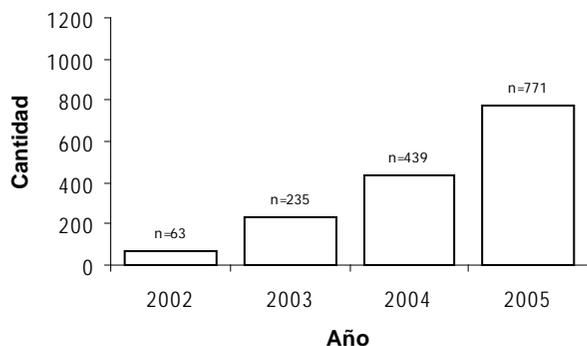


Figura 3. Evolución de la cantidad de toros padres evaluados (Fuente: ERA 2005. Argentina).

Por lo tanto, el objetivo del presente artículo es mostrar la posibilidad de medir características de calidad de carne por ultrasonido en los animales y la utilización de esas mediciones para la obtención de los DEPs, a fin de seleccionar los reproductores adecuados para diferentes sistemas de producción.

Materiales y métodos

Equipamiento. En la última década, el Dr. Doyle Wilson fue pionero en la utilización de técnicas de ultrasonido a los fines de recolectar datos de características de calidad de carne para la evaluación genética de reproductores a nivel nacional. ISU fue la responsable de la evaluación genética de la *American Angus Association* y de otras asociaciones de criadores de razas bovinas de carne. Por lo tanto, el presente protocolo está basado en las experiencias y pautas académicas establecidas por ISU. Los equipos ecográficos actualmente utilizados y aprobados por ISU para mediciones de calidad de carne, son: a) Aloka 500 (transductor de 17 cm. regulado a 3.5 Mhz); b) Scan 200 (transductor de 18 cm. regulado a 3.5 Mhz); c) Falco 100 (transductor de 18 cm. de peine ASP regulado a 3.5 Mhz); y d) Sonovet 2000 (transductor de 17 cm. regulado a 2.5- 5.0 Mhz). En cualquiera de los cuatro equipos habilitados se usó un “stand off” o acoplamiento para las imágenes de AOB entre la 12ª y 13ª costilla (véase Figura 4), pues este accesorio es de relevante importancia para la calidad del mencionado dato. Además, cualquiera sea el equipo utilizado se le debe adicionar la denominada caja negra (“black box”), la que puede adquirirse en USA (Biotronics Inc.). La caja negra es un dispositivo que permite grabar imágenes obtenidas por medio de Aloka 500, Scan 200, Falco 100 o Sonovet 2000 para su posterior procesamiento.

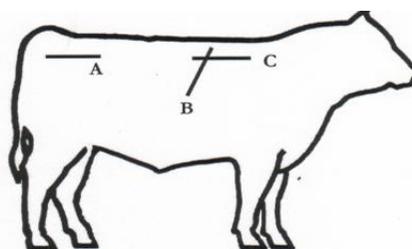


Figura 4. Áreas de interés para la evaluación de características de calidad de carne mediante técnicas de ultrasonido. A: imagen de EGC; B: imagen transversal para el AOB y EGD a la altura de las 12ª a 13ª costillas; C: imagen longitudinal para el % GI.

Software. La interpretación de las medidas de EGD, EGC, AOB y %GI requieren un software específico para los diferentes equipos ecográficos que actualmente hay en el mercado argentino (Aloka 500, Scan 200, Falco 100, Sonovet 2000). Dado el alto valor de dicho software, la Asociación Argentina de Angus hizo un leasing de los mismos a Biotronics Inc. y los cedió al CIIE para ser usados en el marco del acuerdo con el INTA Castelar. Este acuerdo, con fin académico, garantizó la interpretación correcta de las mediciones ecográficas.

Certificación de los ecografistas. Todos los ecografistas habilitados por la Asociación Argentina de Angus para sus programas ERA y MIDA tenían la obligación de disponer de la mencionada caja negra “black box”, dispositivo que permite grabar las imágenes ecográficas a nivel de manga y dispone de un sistema de archivo zip, el que una vez recibido por el CIIE fue allí interpretado. Muestras al azar de dichas imágenes se enviaron periódicamente a los Estados Unidos para certificar la correcta interpretación de las mismas. Los ecografistas habilitados por la Asociación Argentina de Angus fueron los que hicieron y aprobaron el curso “Real Time Ultrasound Training for Beef Cattle” para toma de datos a campo, en el lugar definido por la APTC-UGC, o los cursos que organizó la Asociación Argentina de Angus, conjuntamente con el Dr. Doyle Wilson de Iowa State University. En consecuencia, todos los ecografistas quienes tomaron los datos utilizados en este estudio, estaban autorizados a tomar imágenes ecográficas, las que luego de ser interpretadas por el CIIE, ingresaron a los programas ERA o MIDA, según correspondiera.

Como se mencionó, el CIIE fue la entidad responsable de interpretar las imágenes ecográficas tomadas por los ecografistas habilitados por la Asociación Argentina de Angus. Dichos ecografistas e interpretadores, con el propósito de que se mantengan actualizados, tienen que re-certificarse cada dos años, en los cursos mencionados con anterioridad.

Medición de las características de calidad de carne.

Obtención de los datos y formación del Banco. Datos obtenidos del Banco Nacional de Datos (datos de producción suministrados por los criadores de Angus de Argentina) y la información de los pedigrees, se utilizaron para calcular el Resumen de Padres de la raza. El Banco cuenta actualmente con más de 200.000 crías, lo que representa más de 1.000.000 de datos de las principales características de interés económico, lo cual permitió la evaluación de 3500 Toros Padres. De éstos, 11.000 animales fueron medidos por ultrasonido, permitiendo evaluar 771 Toros Padres para características de calidad de carne. Cabe destacar que aproximadamente el 50% de los Toros incluidos en el Resumen de Padres Angus 2005 tienen DEP en características de calidad de carne. Las características de calidad de carne evaluadas fueron:

Espesor de grasa dorsal (mm). Esta imagen se tomó entre la 12^o y 13^o costilla del animal (véase Figura 4, punto B). El EGD debe ser medido a las $\frac{3}{4}$ partes del ancho del AOB (véase Figura 5), considerando que el inicio del AOB se encuentra próximo a la columna vertebral.

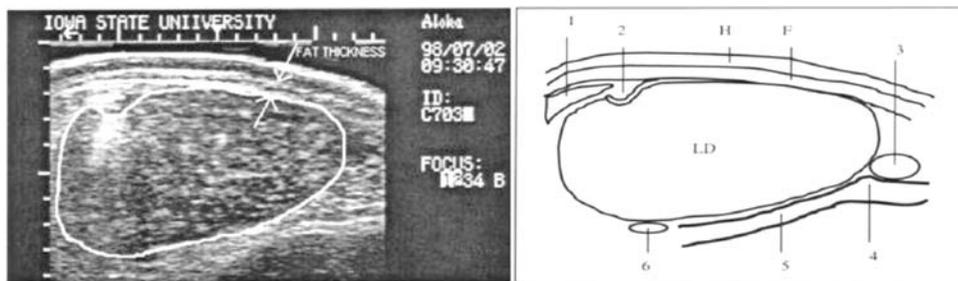


Figura 5. Imagen de ultrasonido transversal y croquis de los puntos de referencia importantes a la altura de la 12^a-13^a costillas. Convenciones: 1, m. *Spinalis Dorsi*; 2, grasas del cuerno del ojo de bife; 3, m. *Longissimus costarum*; 4, “Break” en los músculos intercostales; 5, uniones de los m. intercostales; 6, m. *Quadratus Lumborum*; H, piel del dorso del animal; F, grasa subcutánea medida a los $\frac{3}{4}$ del ojo de bife; LD, m. *Longissimus dorsi* u “Ojo de bife”.

La imagen se tomó (transductor en forma perpendicular a la posición del animal) utilizando el “stand off” (guía del transductor) (véase Figura



Figura 6. Sitio de toma de la imagen para calcular el área de ojo del bife (AOB).

Espesor de Grasa de Cadera (mm). La imagen se tomó desde la punta de la cadera hacia la región caudal. El EGC (“rump fat”) se midió en el punto de unión de los músculos Biceps femoral y Glúteo medio más cercano al plano dorsal (véanse Figuras 7 a 9).

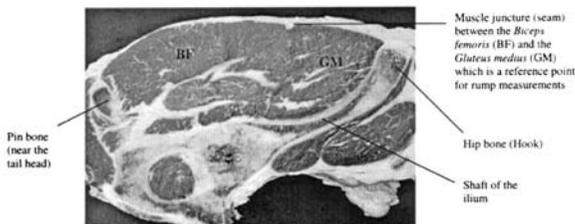


Figura 7. Corte transversal del área de cadera mostrando los más importantes huesos y músculos. Traducciones: *Pin bone*: hueso del sacro (cerca de la raíz de la cola); *Muscle juncture*: rafe muscular entre el m. biceps femoral (BF) y el m. glúteo medio, el cual sirve como punto de referencia para las medidas en las ancas; *Hip bone*: hueso de la cadera (coxal); *shaft of the ilium*, ala del íleon.



Figura 8. Imagen ultrasonográfica de la grasa de la cadera con puntos clave identificados. Nótese como el punto del m. biceps femoral ocupa cerca de 2/3 de la imagen y la línea de la grasa está muy bien definida sin borrones. Además, los huesos de la pelvis están absorbiendo las ondas ultrasonográficas en la porción inferior derecha de la imagen. Para obtener esta imagen el transductor fue puesto sobre una línea recta entre los coxales y la pierna. La cabeza del animal está al lado derecho de la imagen y la cola al lado izquierdo.

6). No fueron aceptadas imágenes no tomadas en el punto indicado, como por ejemplo, imágenes tomadas en el medio bife.



Figura 9. Ubicación del transductor para la medición del espesor de la grasa de cadera (EGC)

Área de Ojo de Bife (cm²). Esta imagen se tomó entre las 12^a y 13^a costillas del animal (véase Figura 4, punto B) con el transductor en forma perpendicular a la posición del mismo, utilizando el “stand off” que es la guía del transductor (véase Figura 10). Esta imagen es la misma que se utilizó para medir el EGD. No se aceptaron imágenes del AOB generadas como consecuencia de la superposición de dos imágenes.



Figura 10. Imagen delimitada del AOB entre las 12^a y 13^a costillas. Las flechas indican el punto de medición del EGD (Fuente: Iowa State University)

Porcentaje de Grasa Intramuscular (%GI). El %GI se interpretó en el área ubicada entre las 12^a y 13^a costillas del animal (véase Figura 11). El ecografista siempre tomó cuatro imágenes con el transductor en forma paralela al animal (véanse Figura 4, punto C y Figura 12), cada una de las cuales fue independiente. Las imágenes fueron interpretadas por el CIIE y luego, éste descartó una.



Figura 11. Ubicación del transductor para la medición del %GI.



Figura 12. Imagen de ultrasonido longitudinal, tomada sobre la 13ª, 12ª y 11ª costillas. La primera capa uniforme es el cuero del animal y la segunda, de grasa subcutánea. Nótese también la sección de forma triangular del *Spinalis Dorsi* bajo la capa de grasa encima de la 11ª costilla (Fuente: Iowa State University).

Análisis estadístico

Los DEPs obtenidos en el “Resumen de Padres Angus 2005” se basaron en la metodología de Modelos Mixtos con propiedades estadísticas BLUP (*Best Linear Unbiased Prediction*): para las características que hacen la calidad de carne se usó el Modelo *Animal Multiple Traits* (Múltiples características); para la relación de parentescos de los animales analizados se utilizó el archivo de pedigrís de la raza, suministrado por el Departamento de Registros Genealógicos de la Sociedad Rural Argentina.

Resultados

Las características carniceras de los reproductores Angus fueron evaluadas y transformadas en DEPs. Las heredabilidades y correlaciones genéticas usadas se obtuvieron de la tabla 2. En el futuro dichos parámetros genéticos serán estimados de nuestros propios datos. En la figura 4 se observan los puntos del animal en los cuales estas medidas deben fueron tomadas.

Tabla 2. Valores de heredabilidad y correlaciones de las características carniceras medidas por ultrasonido.

Característica	PM (%)	GI (%)	AOB	EGD	EGC	CM (%)
Peso a la Medición (PM)	0.57	-0.09	0.45	0.32	0.29	-0.23
Porcentaje de Grasa Intramuscular (% GI)	0.06	0.37	-0.05	0.20	0.17	-0.17
Área de Ojo de Bife (AOB)	0.46	-0.07	0.36	0.26	0.20	0.61
Espesor de Grasa Dorsal (EGD)	0.43	0.18	0.25	0.37	0.65	-0.44
Espesor de Grasa de Cadera (EGC)	0.43	0.17	0.23	0.55	0.41	-0.45
Porcentaje de Cortes Minoristas (% CM)	-0.27	-0.19	0.64	-0.41	-0.40	0.36

Nota: la diagonal representa la heredabilidad de la característica; por encima de la diagonal están las correlaciones genéticas; por debajo de la diagonal están las correlaciones fenotípicas (Fuente: Doyle Wilson, Iowa State University)

Espesor de grasa dorsal (mm). El DEP de esta característica, expresado en milímetros y ajustado a los 18 meses, se refiere al espesor de grasa dorsal medido entre la 12ª y 13ª costilla sobre el músculo

Longissimus dorsi. En las figuras 13 y 14 se pueden visualizar los promedios y distribuciones del EGD de machos y hembras, respectivamente, las cuales están basadas en el análisis de 8.489 animales.

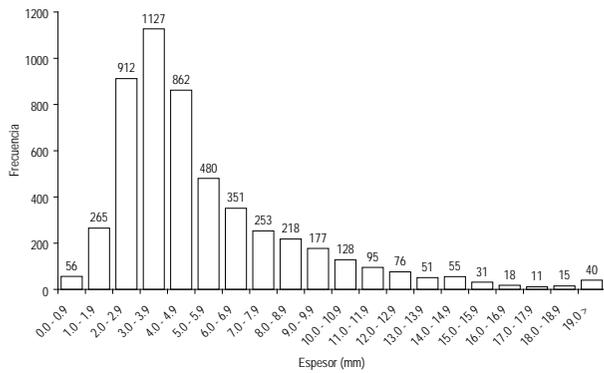


Figura 13. Distribución del espesor de grasa dorsal (ajustada a 550 días) en toritos nacidos entre 2001 y 2003 (Fuente: ERA 2005. Argentina)

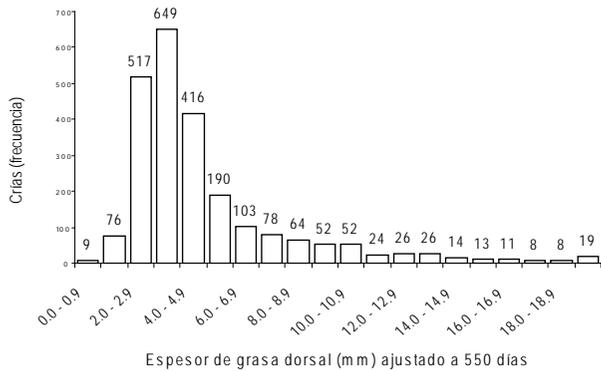


Figura 14. Distribución del espesor de grasa dorsal en vaquillonas nacidas entre 2001 y 2003 (Fuente: ERA 2005. Argentina).

Espesor se grasa de cadera (EGC). Las figuras 15 y 16 ilustran los promedios y distribuciones del EGC de machos y hembras, respectivamente. Las mismas están basadas en el análisis de 7.994 animales.

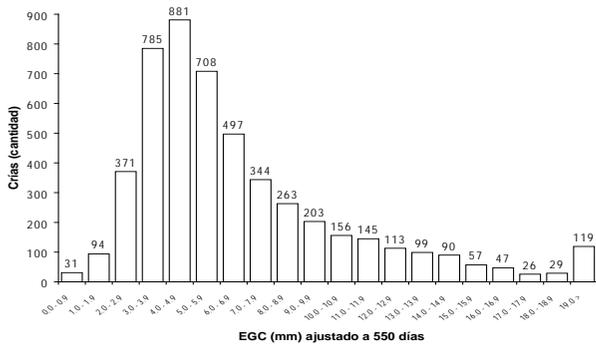


Figura 15. Distribución del espesor de grasa de cadera en toritos nacidos entre 2001 y 2003 (Fuente: ERA 2005. Argentina).

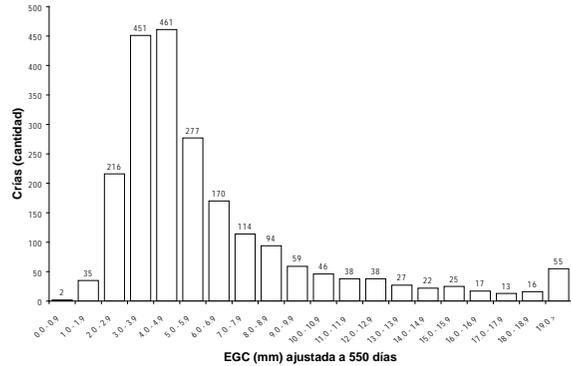


Figura 16. Distribución del espesor de grasa de cadera en vaquillonas nacidas entre 2001 y 2003 (Fuente: ERA 2005. Argentina).

Área de ojo de bife (AOB). El DEP de esta característica, expresado en centímetros cuadrados y ajustado a los 18 meses, se refiere al área del músculo *Longissimus dorsi* medida entre las 12ª y 13ª costillas. En las figuras 17 y 18 se muestran los promedios y distribuciones del AOB de machos y hembras, respectivamente. Cabe señalar que las mismas están basadas en el análisis de 9.097 animales.

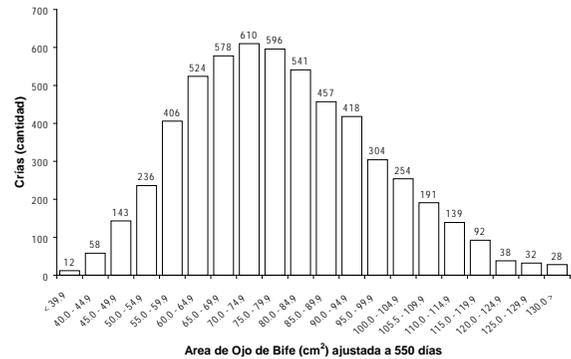


Figura 17. Distribución del Área de Ojo de bife en toritos nacidos entre 2001 y 2003 (Fuente: ERA 2005. Argentina).

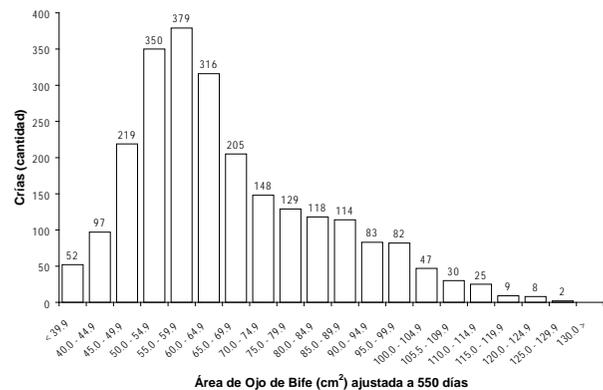


Figura 18. Distribución del área de bife en vaquillonas nacidas entre 2001 y 2003 (Fuente: ERA 2005. Argentina).

Porcentaje de Grasa Intramuscular (%GI).
Los valores obtenidos para EGI en toritos y

vaquillonas, se presentan en las figuras 19 y 20, respectivamente.

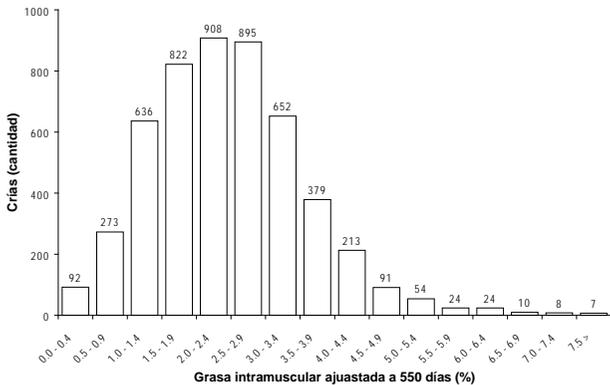


Figura 19. Distribución del porcentaje de grasa intramuscular en toritos Angus de Argentina nacidos entre 2001 y 2003 (Fuente: ERA 2005. Argentina)

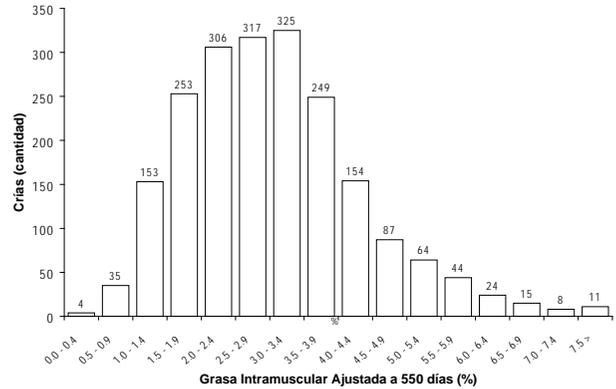


Figura 20. Distribución del porcentaje de grasa intramuscular en vaquillonas Angus de Argentina nacidos entre 2001 y 2003 (Fuente: ERA 2005. Argentina)

Promedios preliminares de las características de calidad carnífera

En la Tabla 3 se ilustra la buena complementación que se da entre los criadores de pedigrí y puro controlado, pues ambos suministran permanentemente con reproductores a los productores comerciales, con el fin de maximizar no sólo los kilos de carne/hectárea/año, sino también la calidad del producto final, es decir la carne. Dicha tabla 3 contiene los promedios preliminares de las principales características de interés económico en calidad de

carne, tanto para puro de pedigrí como para puro controlado.

En las tablas 4 y 5, se muestran los promedios de las características de calidad de carne en Estados Unidos (*Feed Lot*) y Australia (Pasturas). Estos se ponen solamente a modo de referencia dado que en ambos casos dichas características están ajustadas a distintas edades finales. Sin embargo, los valores de Argentina obtenidos en sistemas pastoriles y ajustados a 550 días muestran similitudes con los valores obtenidos en Australia.

Tabla 3. Promedios para las características de calidad carnífera (datos ajustados a 18 meses de edad) años 2001 a 2003. Argentina.

Característica	Pedigree				Puro Controlado			
	Machos		Hembras		Machos		Hembras	
	Criás (n)	Promedio	Criás (n)	Promedio	Criás (n)	Promedio	Criás (n)	Promedios
EGD (mm)	3.558	6.1	1.532	6.0	2.477	3.8	955	3.2
EGC (mm)	3.364	7.9	1.448	7.6	2.337	4.8	856	4.1
GI (%)	3.450	2.6	1.514	3.1	1.802	2.2	578	2.8
AOB (cm ²)	3.734	84.4	1.638	72.5	2.824	72.1	917	54.9

Fuente: ERA 2005. Argentina.

Tabla 4. Promedios de las características de calidad de carne en Estados Unidos (*Feed Lot*).

**SISTEMAS DE PRODUCCION
Estados Unidos (Feed Lot)**



Toros 365 Días			
Característica	Prom.	Min.	Max.
Grasa Dorsal	7.0 mm	0.25 mm	27.0 mm
Grasa Cadera	8.0 mm	0.25 mm	23.6 mm
Gr. Intramusc.	9.0 %	2.5 %	21.8 %
Area Ojo Bife	78 cm ²	29 cm ²	128 cm ²

Fuente: *American Angus Association*

Tabla 5. Promedios de las características de calidad de carne en Australia (Pasturas).

**SISTEMAS DE PRODUCCION
Australia (Pasturas)**



Toros 500 Días	
Grasa Dorsal	3.4 mm
Grasa Cadera	4.5 mm
Grasa Intramusc.	2.8 %
Area Ojo Bife	77 cm ²

Fuente: *Sire Summary* (Australia)

A continuación, con el fin de tener un marco de referencia con el sistema de calificación de grasa intramuscular en Estados Unidos, se presenta la tabla 6. A través de la misma, puede verse que los consumidores de Estados Unidos, prefieren una grasa intramuscular clasificada en Choice, lo cual coincide con el promedio que ellos obtienen de dicha característica (véase Tabla 4). En los sistemas pastoriles tanto de Australia como de Argentina, los promedios de dichos países se ubican en la clasificación de grasa intramuscular denominada Select en USA. Por lo tanto, si dichos países quisieran exportar al mercado americano probablemente los DEP's sean la mejor herramienta direccional para producir cambios en dicha característica.

Tabla 6. Sistema de calificación de grasa intramuscular en Estados Unidos.

**ESTADOS UNIDOS
(Grasa Intramuscular)**



Toros 365 Días	
Select	2.3 a 3.9 %
Choice	4.0 a 9.7 %
Prime	9.9 a 12.3 %

Fuente: *American Angus Association*.

Discusión

Desde el año 2002 la Asociación Argentina de Angus incluye en sus programas Evaluación de Reproductores Angus (ERA) y Método Interno de DEP Angus (MIDA) las características de interés económico relacionadas con eficiencia reproductiva y potencial de crecimiento y con la calidad del producto final (carne). Consecuentemente, el Resumen de Padres Angus suministra DEP para área de ojo de bife, porcentaje de grasa intramuscular, espesor de grasa dorsal, espesor de grasa de cadera y porcentaje de cortes minoristas. Esto nos permite predecir las diferencias genéticas (DEP) entre reproductores Angus, no sólo en cantidad sino también en calidad de carne.

De este modo, la información que brinda el "Resumen de Padres Angus" como herramienta de selección genética, cobrará cada vez mayor relevancia en el mejoramiento de la raza Angus con el consecuente beneficio para la industria de la carne. A su vez, los criadores o productores comerciales podrán producir cambios direccionales acorde a la demanda de los diferentes mercados internos y externos. También, la evaluación de los caracteres relacionados con la calidad carnicera favorece que el semen, embriones o reproductores de nuestro país puedan competir a nivel internacional con el germoplasma animal proveniente de Estados Unidos y Australia, por ejemplo. Previo al año 2001, la mayoría de los trabajos sobre evaluación genética que se llevaban a cabo en *Iowa State University* (ISU), de Estados Unidos, usando técnicas de ultrasonido, fueron financiados por la *American Angus Association*. Debido al éxito de dicha tecnología para evaluar características que hacen a la calidad de carne, se fueron incorporando a la Unidad de Mejoramiento Animal de ISU, 17 razas bovinas de carne más. Por tal motivo, desde el año 2001 hasta el año 2004, la *American Angus Association* decidió incorporar a su staff al Dr. Doyle Wilson, quien participó activamente en los procesos de reorganización de las actividades que se llevaban a cabo en evaluación genética.

Desde hace más de 15 años todos los esfuerzos de la Asociación de Angus Americana, que es la que más datos tiene de características de res en

EEUU, están concentrados en la evaluación de los toros padres desde el punto de vista del “Producto Final” que los mismos generan. Por tal motivo, dicha Asociación ha venido obteniendo DEPs para Peso de la Res, Espesor de Grasa Dorsal, Espesor de Grasa de Cadera, Área de Ojo de Bife, % de Grasa Intramuscular y % de Cortes Minoristas. El objetivo es proveer a los criadores los DEPs necesarios para producir cambios direccionales en la “Composición Corporal” (% de Cortes Minoristas) y en la “Calidad” del Producto Final.

Por lo tanto, un programa actualizado de evaluación genética, no solo debe evaluar las tradicionales características de producción sino también características que hacen al “Producto Final” que busca la Industria a través del mercado interno o externo (consumidores). A modo de ejemplo, se presenta la tabla 7 que muestra que si bien en Estados Unidos, al igual que Argentina y otros países, se paga por un “precio promedio o de referencia” que no contempla la calidad, los criadores y productores comerciales americanos han hecho acuerdos con frigoríficos, los cuales le reconocen el valor agregado a través de programas de evaluación genética en la calidad de carne. Ejemplo de estos hechos, son los programas *Certificaded Angus Beef* y el *US Premium Beef*, donde ellos obtienen US \$36 y US \$112 más por cabeza, respectivamente. En esta dirección, desde hace varios años está trabajando la Asociación Argentina de Angus en su programa de Carne Angus Certificada.

Tabla 7. Comercialización por calidad del producto final.

Comercialización	
Calidad del Producto Final	
	● Sin Valor Agregado
	✓ Precio Promedio
	● Certification Angus Beef
	✓ U\$S 4.50 (cada 100 libras)
	• U\$S 36.- (Cabeza)
	● U.S. Premium Beef
✓ U\$S 14.- (cada 100 libras)	
• U\$S 112.- (Cabeza)	
Fuente: Mark Gardiner (Kansas)	

Espesor de grasa dorsal (mm). Merece destacar que esta medida es de mediana heredabilidad (0.37) y tiene una baja correlación genética

(0.20) con el %GI y una alta correlación genética negativa (-0.44) con el %CM. Esto sugiere que con una heredabilidad moderada (0.37) podríamos seleccionar reproductores genéticamente superiores (bajos valores de DEP para esta característica), pudiéndose lograr en breve tiempo un progreso genético razonable en las próximas generaciones. A su vez, una correlación genética baja (0.20) implicaría que podríamos seleccionar reproductores con mayor %GI sin necesariamente incrementar el EGD. Mientras, con una correlación genética negativa (-0.44) podríamos seleccionar reproductores de menor EGD, lográndose un incremento paralelo del %CM.

Espesor se grasa de cadera (EGC). Para predecir el porcentaje de cortes minoristas en animales magros, el DEP de EGC, expresado en milímetros y ajustado a los 18 meses, puede ser de suma importancia en sistemas pastoriles, donde algunos animales no han acumulado suficiente grasa dorsal. Esta medida es de suma importancia en sistemas pastoriles, donde en algunos casos los animales no han acumulado suficiente grasa dorsal. Merece destacar que esta medida es de mediana heredabilidad (0.41) y tiene una alta correlación genética positiva (0.65) con el EGD y una mediana correlación genética negativa (-0.45) con el %CM. Esto sugiere que con una correlación genética negativa (-0.45) podríamos seleccionar reproductores de menor EGC, lográndose un incremento paralelo del %CM.

Área de Ojo de Bife (cm²). El área de ojo de bife es un indicador de la producción de músculo en la res: cuando ella se incrementa, también lo hace el rendimiento de carne limpia. En la determinación del AOB no se aceptaron imágenes generadas como consecuencia de la superposición de dos imágenes. Esto ya fue descartado en 1989 por el Dr. Doyle Wilson en su visita a la Argentina, por los errores que se producen como consecuencia del mencionado procedimiento. Merece destacar que esta medida es de mediana heredabilidad (0.36) y tiene una alta correlación genética positiva (0.61) con el %CM. Esto sugiere que con una correlación genética positiva (0.61) podríamos seleccionar reproductores de mayor AOB, lográndose un incremento paralelo del %CM.

Porcentaje de Grasa Intramuscular (%GI). Cabe destacar que esta medida es de mediana heredabilidad (0.37) y tiene una baja correlación genética (0.20) con el EGD. Esto sugiere que una correlación genética baja (0.20) implicaría que podríamos seleccionar reproductores con mayor %GI sin necesariamente incrementar el EGD.

Agradecimientos

Agradecemos muy especialmente a la Asociación Argentina de Angus por habernos elegido como Unidad Ejecutora de la Evaluación de Reproductores Angus (ERA), dándonos la oportunidad de realizar este trabajo desde hace más de quince años en forma ininterrumpida. A su vez, agradecemos la financiación necesaria para la creación del Centro de Interpretación de Imágenes Ecográficas (CIIE) que funciona actualmente en nuestra Unidad de Genética Animal del INTA Castelar. En el mismo trabajamos con los software adquiridos por la mencionada Asociación a modo de leasing, a la empresa Biotronics Inc. de Iowa (EE.UU.). Nuestro mayor agradecimiento a los criadores Angus por su constante esfuerzo y apoyo al programa ERA, el cual se refleja en los logros obtenidos al incrementar

el número de cabañas adheridas al programa, el cual creció de 20 a 250 en la última evaluación, llevando por consiguiente el número de datos aportados a más de un millón en el mencionado periodo (1989/2005).

Los autores agradecen muy especialmente agradecer al Dr. Doyle Wilson por su permanente apoyo a este programa, y en particular a la actualización de las metodologías de nuestros programas de evaluación genética. Su apoyo para la inclusión en nuestro programa ERA de las características de calidad de carne. No solo al proveernos de los software apropiados, sino también en su participación personal en el primer curso de certificación de ecografistas realizado en septiembre de 2004 en las instalaciones del Centro de Genética Bovina Eolia, en Las Heras, provincia de Buenos Aires, Argentina. El cual fue financiado en su totalidad por la Asociación Argentina de Angus. También por su aporte en la confección del protocolo de toma de imágenes ecográficas, el cual rige el trabajo de los 22 ecografistas certificados actualmente en el país. Dicho protocolo es fuente de varias de las figuras e imágenes utilizadas en la presente publicación.

Referencias

1. Arave CW, Laben RC, Mezd SW. Measurement of genetic change in twelve california dairy herds. *J Dairy Sci* 1964; 47: 278.
2. Bell BR, Vinson WE, White JM, Norman HD, Kleiner RH. Effects of genetic merit of herd mates on sire summaries for type in holstein cattle. *J Dairy Sci* 1982; 65:126.
3. Benyshek LL, Jonson MH, Little DE, Bertrand JK, Kriese IA. Applications of an animal model in the united states beef cattle industry. Simposio de Canadá 1988.
4. Berger PJ, Middleton BK, William RL. Polled hereford evaluation for 1983. In 1983 polled hereford sire summary. American polled hereford association, Kansas City, Missouri. 1983.
5. Berger PJ, Wilson D, Fries I, William RL. Hereford sire evaluation for 1983. In 1983 sire evaluation report, American Hereford Association, Kansas City, Missouri. 1983c.
6. Berger PJ, Wilson D, William RL. Angus sire evaluation for 1983. In 1983 Angus Sire Evaluation report. American angus association, St. Joseph, Missouri. 1983b.
7. Berger PJ. Current sire evaluation. In: Proc. of workshop on the prediction of genetic values for beef cattle, winrock international, morrilton, arkansas. 1983.
8. BIF (beef improvement federation). Guidelines for uniform beef improvement programs. USDA, Washington 1981; 76 pp.
9. Brinks JS, Clark RT, Rice FJ. Estimation of genetic trends in beef cattle. *J Anim Sci* 1961; 20:903 (Abstract).
10. Burnside EB, Legates JE. Estimation of genetic trends in dairy cattle populations. *J Dairy Sci* 1967; 50:1448.
11. Cassell BG. What extension workers need to tell dairy farmers. Simposio de Canadá 1988.
12. Consultor externo de genética animal. Instituto de Genética, CICA. Castelar. 1988.
13. Falconer DS. Introduction to quantitative genetics. Ronald Press Company, New York. 1982.
14. Famula TT, Pollak EJ, Van Vleck ID. Genetic groups in dairy sire evaluation under a selection model. *J Dairy Sci* 1983; 66: 927.

15. Famula TT, Van Vleck ID. Monte Carlo study of genetic groups in sire evaluation. *J Dairy Sci* 1982; 65:1286.
16. Ferrari TG, Wilson DE, Guitou HR. Análisis de datos ecográficos para peso, área de ojo de bife y grasa de toros brahman, brangus 3/8, brangus 5/8 y nelore. Inta-cica, Instituto de Genética, Castelar, Argentina. 1991.
17. Guitou HR, Fuica A, Monti A. Resumen de padres Aberdeen Angus 1991. Corporación Argentina de Aberdeen Angus. 1991.
18. Guitou HR, Fuica AM, Fontagnol DE. Resumen de padres Aberdeen Angus. 1989. Forum mundial Aberdeen Angus. 1989.
19. Guitou HR, Fuica AM, Monti A. Resumen de padres Aberdeen Angus. 1990. Aberdeen Angus n° 173. 1990.
20. Guitou HR, Joandet G, Monti A, Conde S. Resumen de padres Aberdeen Angus 1994. (proner).
21. Guitou HR, Joandet G, Monti A, Conde S. Resumen de padres Aberdeen Angus 1996.
22. Guitou HR, Joandet G, Monti A, Conde S. Resumen de padres Aberdeen Angus (ERA). 1997.
23. Guitou HR, Joandet G, Monti A, Conde S. Resumen de padres Aberdeen Angus (ERA). 1998.
24. Guitou HR, Joandet G, Monti A, Conde S. Resumen de padres Aberdeen Angus (ERA). 1999.
25. Guitou HR, Joandet G, Monti A, Conde S. Resumen de padres Aberdeen Angus (ERA). 2000.
26. Guitou HR, Joandet G, Monti A, Sutz G, Baluk 5° protocolo: procedimientos de recolección de datos ecográficos de calidad de carne. Marzo de 2004.
27. Guitou HR, Joandet G, Monti A, Sutz G, Baluk MI. 3° protocolo: procedimientos de recolección de datos ecográficos de calidad de carne. Marzo de 2002.
28. Guitou HR, Joandet G, Monti A, Sutz G, Baluk. 4° protocolo: procedimientos de recolección de datos ecográficos de calidad de carne. Marzo de 2003.
29. Guitou HR, Joandet G, Monti A, Sutz G, Baluk. 6° protocolo: procedimientos de recolección de datos ecográficos de calidad de carne. Julio de 2005.
30. Guitou HR, Joandet G, Monti A, Sutz G, Baluk. Resumen de padres Aberdeen Angus (ERA) 2002.
31. Guitou HR, Joandet G, Monti A, Sutz G, Baluk. Resumen de padres Aberdeen Angus (ERA) 2003.
32. Guitou HR, Joandet G, Monti A, Sutz G, Baluk. Resumen de padres Aberdeen Angus (ERA) 2005.
33. Guitou HR, Joandet G, Monti A, Sutz G. 1° protocolo: procedimientos de recolección de datos ecográficos de calidad de carne. Marzo de 2000.
34. Guitou HR, Joandet G, Monti A, Sutz G. 2° protocolo: procedimientos de recolección de datos ecográficos de calidad de carne. Marzo de 2001.
35. Guitou HR, Joandet G, Monti A, Sutz G. Resumen de padres Aberdeen Angus (ERA) 2001.
36. Guitou HR, Joandet G, Monti A. Resumen de padres Aberdeen Angus 1993 (proner).
37. Guitou HR, Joandet GE. Programa nacional de evaluación de reproductores fleckvieh simmental (proner). *Fleckvieh simmental* 1987; 39:6.
38. Guitou HR. Evaluation of crossbreeding in beef cattle in Tucumán Argentina. M.s. thesis. Iowa State University, Ames, Iowa. 1983.
39. Guitou HR. Proner. Ejemplo numérico: variable peso al destete. *Fleckvieh simmental*. 1987; 40:16.
40. Guitou HR. Simultaneous estimation of sire expected progeny differences and variance components using restricted maximum likelihood. Ph.D. thesis. Iowa State University, Ames, Iowa. 1984.
41. Harville DA, Henderson CR. Environmental and genetic trends in production and their effects on sire evaluation. *J Dairy Sci* 1967; 50: 870.
42. Hazel LN. The genetic basic for constructing selection indexes. *Genetics* 1943; 28: 476.
43. Henderson CR. A simple method for computing the inverse of a numerator relationship matrix used in prediction of breeding values. *Biometrics* 1976; 32:69.
44. Henderson CR. A sire evaluation method which accounts for unknown genetic and environmental trends, herd differences, season, age effects and differential culling. In *Proc of symposium on estimating breeding values of dairy sires and cows*, Washington, 1966.
45. Henderson CR. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. *Biometrics* 1975; 31:423-447.a
46. Henderson CR. Comparison of alternative sire evaluation methods. *J Anim Sci* 1975; 41: 760.c
47. Henderson CR. General flexibility of linear model techniques for sire evaluation. *J Dairy Sci* 1974; 57:963.
48. Henderson CR. Inverse of a matrix of relationships due to sires and maternal grandsires. *J Dairy Sci* 1975; 58: 1917.e
49. Henderson CR. Rapid method for computing the inverse of a relationship matrix. *J Dairy Sci* 1975; 32:706.b
50. Henderson CR. Sire evaluation and genetic trends. In *Proc Anim Breeding and genetics symposium in honor of JL Lush*. ASAS And ASDA. Champaign IL, 1973.a
51. Henderson CR. Theoretical basis and computational methods for a number of different animal models. *Simposio de Canadá* 1988.
52. Henderson CR. Use of the relationship among sires to increase accuracy of sire evaluations. *J Dairy Sci* 1975; 58:1731.d
53. Hintz RL, Everet RW, Van Vleck ID. Estimation of genetic trends from cow and sire evaluations. *J Dairy Sci* 1978; 61:607.
54. Kennedy BW, Schaeffer IR, Sorensen DA. Genetic properties of animal model. *Simposio de Canadá* 1988.

55. Kennedy BW. Bias and mean square error in mixed model sire evaluation when genetic group effects are ignored or included. 1981.
56. Mcdaniel BT, Corley EL. Relationships between sire evaluations at different herdmate levels. *J Dairy Sci* 1967; 50:735.
57. Misztal I, Pianola D. Indirect solution of mixed model equations. *J Dairy Sci* 1987; 70:716- 723.
58. Misztal I. Fortran 90. Programming techniques in animal breeding. Course notes and software documentation. University of Georgia, Athens, USA. Published by the animal genetics and breeding unit. University of New England, Armidale. 2000.
59. Monti A. Multiple trait genetic evaluation of beef cattle data. M.s. thesis. University of New England, Armidale, Australia. 2004.
60. Norman HD, Mcdaniel BT, Dickinson FN. Regression of daughter and herdmate milk yield on genetic value of the herdmates sires. *J Dairy Sci* 1972; 55:1735.
61. Pollak EJ, Ufford GR, Goos SJ. Comparison of alternative models for within herd genetic evaluation of beef cattle. *J Anim Sci* 1977; 45:1010.
62. Pollak EJ, Quass RL. Genetic evaluation of beef cattle from performance test data. Prediction of genetic values for beef cattle. Proc Workshop Winrock. Int. Morrilton, Ar. 1977.
63. Powell RL, Freeman AE. Estimators of sire merit. *J Dairy Sci* 1974; 57:1228.
64. Preston TR, Willis MB. Producción intensiva de carne. Editorial Diana, México. 1974.
65. Quaas RL, Anderson RD, Gilmour AR. Blup school handbook. Use of mixed models for prediction and for estimation of (co)variance components. Animal genetics and breeding unit. University of New England, Armidale. 1984.
66. Quass RL. Additive genetic model with groups and relationships. *J Dairy Sci* 1988; 71:1338-1345.
67. Quass RL, Everett RW, Macclintock AC. Maternal grandsire model for dairy sire evaluation. *J Dairy Sci* 1979; 62:1648.
68. Quass RL, Pollak EJ. Mixed model methodology for faro and ranch beef cattle testing programs. *J Anim Sci* 1980; 51:1277.
69. Quass RL, Pollak EJ. Modified equations for sire models with groups. *J Dairy Sci* 1981; 64: 1868.
70. Quass RL. Computing the diagonal elements and inverse of a large numerator relationship matrix. *Biometrics* 1976; 32:949.
71. Rae AL. Sire and breed selection. Lincoln College, Canterbury, New Zealand.
72. Robinson JA, Chesnais JP. Application of the animal model on a national basis to the evaluation of canadian livestock. Simposio de Canadá 1988.
73. Schaeffer IR, Freeman MG, Burnside EB. Evaluation of ontario holstein dairy sires for milk and fat production. *J Dairy Sci* 1975; 41:1592.
74. Schaeffer IR, Kennedy BW. Computing strategies for solving mixed model equations. *J Dairy Sci* 1986; 69:575.
75. Schaeffer IR. Dairy sire evaluation. Dept Animal Poultry Science. University of Guelph, Ontario. 1975.
76. Van Vleck ID, Henderson CR. Measurement of genetic trend. *J Dairy Sci* 1961; 44:1705.
77. Wiggans GR, Misztal I, Van Vleck LD. Implementation of an animal model for genetic evaluation of dairy cattle in the United States. Simposio de Canadá 1988.
78. Willham RL, Berger PJ. Ahir national sire evaluation. In: Angus Sire evaluation: Ahir field data report Amer Angus Association, St. Joseph, Missouri. 1980.
79. Willham RL. Evaluation and direction of beef sire evaluation programs. *J Anim Sci* 1979; 49: 592.
80. Willham RL. Genetic improvement of beef cattle in the United States: cattle, people and their interaction. *J Anim Sci* 1982; 54:659-666.
81. Willham RL. Sire evaluation direction. In: Proc Beef improvement Federation Annual Symposium, Denver, Colorado. 1980.
82. Willham RL. What is the next step in beef sire evaluation. Dept Animal Science, Iowa State University, Ames, Iowa. 1983.
83. Wilson DE, Guitou HR. Analysis of 12-13th rib ultrasound measurements for hackfat thickness and ribeye area on Aberdeen Angus and polled hereford bulls. Inta-CICA, Instituto de Genética, Castelar, Argentina. 1991.
84. Wilson DE, Guitou HR. Proposal for the commercialization of genetic improvement in carcass merit for Omega S.A. Inta-CICA, Instituto de Genética, Castelar, Argentina. 1991.
85. Wilson DE, Rouse G, Guitou HR. Proposal for carcass data collection procedures. Inta-CICA, Instituto de Genética, Castelar, Argentina. 1991.
86. Wilson DE. Beef cattle real-time ultrasound scanning. Study guide. Department of Animal Science. Iowa State University. 2004.
87. Wilson DE. Mixed model procedure for the unification of within herd evaluations through national beef sire evaluation. Ph.D. Dissertation. Iowa State University, Ames, Iowa, 1984.
88. Wilson DE. Use of the relationship matrix in beef sire evaluation. M.s. Thesis. Iowa State University, Ames, Iowa. 1982.