

# El camino

HACIA UN NUEVO CONJUNTO DE **DEP**

Traducido por el Dr. HORACIO GUITOU y MARIANO FERNÁNDEZ ALT

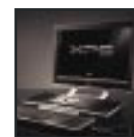


La adopción de la metodología de modelos mixtos para evaluar las diferencias genéticas en bovinos de carne, en la década del '70 y que continuó en los '80, revolucionó los métodos usados por el sector de la industria que se dedica a la comercialización de germoplasma animal en bovinos para carne (semen, embriones, reproductores). El uso intenso de la inseminación artificial y los avances en la tecnología computacional permitieron que las grandes bases de datos genealógicos (pedigree) se acoplaran con las bases de datos de performance para producir, dentro de cada raza, evaluaciones genéticas en base a Diferencias Esperadas entre Progenies (DEP), primero restringido a toros padres y a mediados de los '80, para cada animal evaluado, independientemente del sexo y categoría a la que pertenece. El foco inicial para los DEP estuvo en las características de crecimiento, especialmente peso al destete, seguido de peso al nacer y ganancia de peso posdestete (al año). Estas fueron las características fáciles de medir, pues se necesitaba apenas una balanza y una cinta métrica. Sin embargo, hay características de importancia económica, aparte de las de crecimiento, como las asociadas con el producto final (carne), con la reproducción y con la resistencia genética a enfermedades. El desarrollo de DEP para estas características ha sido más difícil; en algunos casos, éstas no fueron reconocidas que necesitaban ser mejoradas, hasta recién ahora. Este trabajo presenta una revisión del desarrollo de un conjunto de DEP que no pertenecían a la tradicional categoría de crecimiento, y concluye describiendo los procesos de transferencia de

El siguiente trabajo fue presentado por el Dr. Doyle E. Wilson, profesor emérito de Iowa State University (Estados Unidos), durante el 2do. Curso de Capacitación y Certificación de Ecografistas para la Toma de Datos de Rasgos de Calidad de Carne, que él dirigiera y fuera organizado por esta Asociación Argentina de AnGus en septiembre de 2006.

tecnología que eventualmente resultaron al final de su desarrollo. Quizá hay algunas lecciones para aprender, como cuando uno mira hacia atrás el proceso que podría beneficiar a otras investigaciones genéticas y aspiraciones de implementación en la industria del germoplasma animal. El modelo para esta discusión es el desarrollo de una serie de DEP para composición corporal (carne). El modelo de discusión está enmarcado por las experiencias de los investigadores de Iowa State University en AnGus, raza a la que le he dedicado mucho de mi carrera académica, apoyándola a través de la investigación y en los programas nacionales de evaluación genética.

**“El foco inicial para los DEP estuvo en las características de crecimiento, especialmente peso al destete, seguido de peso al nacer y ganancia de peso posdestete (al año)”.**



# El camino

## HACIA UN NUEVO CONJUNTO DE DEP

### Los antecedentes

Los líderes de la industria de la raza AnGus reconocieron, hace muchos años, la necesidad para los criadores de conocer las características de carcasa y, hasta cierto punto, el producto final (carne). En 1974, la American AnGus Association puso en funcionamiento un programa para tomar datos de carcasa sobre la progenie (novillos) de los toros AnGus. Richard Willham, por entonces profesor de Mejoramiento Animal en Iowa State University, evaluó los datos usando un Modelo Toro para una sola característica ("single trait model"). Richard, de manera simpática, me dio la oportunidad de tomar el papel de evaluar estos datos para la American AnGus Association en 1983-1984. Anualmente se evaluaron unos pocos toros padres AnGus a través del programa de muestreo de datos de carcasa en novillos, los que fueron incorporados a la base de datos. No hubo ningún tipo de algarabía asociada con las evaluaciones. Los resultados fueron muy poco cuestionados en lo que respecta a los DEP que resultaron de los mismos en los toros padres. Los criadores mostraron mínimo interés en la información de evaluación de toros padres por datos de carcasa. El mercado no les pagaba a los criadores por las características carniceras ni por la calidad de ese producto final. En ese entonces, el mercado les pagaba por kilo, por lo tanto es ahí donde se ponía el énfasis. En 1985, sólo trece toros padres fueron incorporados a la base de datos. Esto era un fuerte contraste con los cientos de reproductores que estaban siendo evaluados en

**"Una de la covarianzas genéticas que sorprendió, fue la poca correlación genética entre dos de los depósitos de grasa en el animal: la externa sobre la costilla y la intramuscular o veteado".**

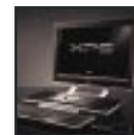
características de crecimiento. La cuestión fue planteada: ¿Debe abandonarse el programa de muestreo de carcasa para determinar el mérito genético de los toros padres?

A mediados de los '80 trabajé en silencio en las características de carcasa. Este período me permitió experimentar con diferentes modelos de evaluación y en distintos puntos de terminación, sin el riesgo de los cuestionamientos de los criadores demandando una explicación de por qué los DEP de sus toros fueron cambiando. Durante este tiempo, mi investigación pasó del "single trait model" al de varias características simultáneas ("multiple trait model"), incorporando los parentescos de los toros padres y de los abuelos maternos. Esto requirió la estimación de las covarianzas genética y residual entre las características que ingresaron al modelo. Una de la covarianzas genéticas que sorprendió, fue la poca correlación genética entre dos de los depósitos de grasa en el animal: la externa sobre la costilla y la intramuscular o veteado. Poca gente creyó en estos resultados. Inicialmente, varios investigadores dudaron sobre los descubrimientos, ya que los resultados parecieron contradecir valores de correlación surgidos de informes previos. Sin embargo, los datos sustentaron la baja correlación y hoy está aceptado ampliamente como un hecho. Ahora se demostró que los criadores podrían mejorar la calidad, sin el antagonismo negativo de incorporar, simultáneamente, más grasa externa. Esta revelación fue uno de los catalizadores que ayudó a ganar apoyo para hacer más en el campo de la evaluación de reproductores por calidad de carne.

En general, los conferencistas y líderes de la industria de la carne comenzaron a enfatizar la necesidad de que dicha industria apunte a la calidad del producto final. Las industrias porcina y avícola fueron expeditivas en aumentar el consumo de sus productos, mientras que la de la carne vacuna, no. Se comenzó a escuchar el concepto del "valor" basado en la comercialización. La verificación de origen también fue otro concepto que encontró su camino en el área del marketing. Estas ideas las escucharon los criadores, los investigadores en calidad de carne y los responsables de los programas de evaluación genética. A fines de los '80 también comenzó un renovado interés en los programas de muestreo y evaluación de carcasa (carne) para los toros padres AnGus. En ese entonces se comenzó a percibir la necesidad de contar con evaluaciones de toros padres en base a DEP, para calidad de carne. Sin embargo, las pruebas de progenie, para mérito de carcasa, no eran una tarea simple. Éstas eran costosas y estaban acompañadas por un largo intervalo generacional. Tenía que haber otra manera.

### Investigación focalizada

Los investigadores de Iowa State University comenzaron a evaluar los méritos del ultrasonido en tiempo real (ecógrafos), como una tecnología promisoría para medir los animales y evitar así tener que faenarlos. Tal vez, ¿aun las características de la res podían ser medidas indirectamente a través de los toros jóvenes y las vaqui-



# El camino

## HACIA UN NUEVO CONJUNTO DE DEP

llonas? A fines de los '80, la tecnología de ultrasonido existente podía ser usada para medir, por ejemplo, el espesor de grasa externa y el área de ojo de bife, aunque los valores de precisión eran bastante menos que deseables. Para ecografiar el área completa sobre el bife del animal era necesario hacerlo con dos imágenes. Es más, algunas de las primeras áreas medidas fueron hechas colocando papel de acetato sobre la pantalla del monitor y dibujando sobre los bordes como uno lo haría con una carcasa colgando.

Sin embargo, el foco de la investigación en Iowa State University no fue la medición de la grasa externa ni la de área de ojo de bife. Era aceptado que había una buena repetibilidad en la medición de la grasa externa. Esto fue realizado en la industria porcina, usando ultrasonido modo A, durante muchos años. El tiempo real o modo B, puede tener algo más de precisión que el modo A, pero no mucho más. ¿Qué tan importante era el área de ojo de bife? Aunque aún esta característica es usada en ecuaciones tradicionales para predecir el porcentaje de cortes minoristas, su contribución como una variable aclaratoria es realmente muy pequeña, en comparación con el espesor de grasa dorsal. Los investigadores de Iowa State University cambiaron su foco de investigación, para experimentar con el uso del ultrasonido para medir el porcentaje de grasa intramuscular o el veteado de la carne. Si se lograba, se tenía la sensación de que el ultrasonido podía ser una promisorio herramienta para la industria de la carne vacuna.

Después de un comienzo decepcionante, se comenzaron a descubrir los algoritmos de procesamiento de imágenes que realmente tuvieron alguna correlación con la cantidad de grasa intramuscular en la carne. El primer informe de investigación prediciendo el porcentaje de grasa intramuscular (veteado) data de 1992. Desde ese año, los principales ajustes a la metodología estuvieron asociados con aumentar el número de observaciones que iban dentro del desarrollo del modelo. El ultrasonido en tiempo real puede ser ahora usado como una herramienta efectiva para medir la composición y los cambios de ésta en el mismo animal y a lo largo del tiempo.

### Características medidas por ultrasonido y variabilidad genética

Generalmente se pensó que las características medidas por ultrasonido tenían similares heredabilidades estimadas y covarianzas genéticas y residuales, que las surgidas de medir las carcasas, pero fue necesario confirmarlo. Quizá más importante fue la necesidad de determinar la relación entre las medidas de ultrasonido en toros de un año y en sus hermanos novillos (o en la progenie de novillos), medida a través de las características de la res con muy diferentes terminaciones. Continuando con las prioridades, el tema fue si los datos de las vaquillonas podían ser usados también para complementar los datos ecográficos de los toritos, con el consecuente aumento significativo del tamaño de la base de datos, para los propósitos de la evaluación nacional de bovinos. Cada uno de los componentes de estas investigaciones puntuales serán resumidas a su turno.

### Parámetros genéticos obtenidos de las mediciones por ultrasonido sobre toritos

La American AnGus Association llevó a cabo una investigación, de dos años de duración, para desarrollar las bases de datos para obtener evaluaciones genéticas (DEP) basadas en ultrasonido, para características de la res. El estudio se inició el 1o de enero de 1998 y finalizó el 30 de diciembre de 1999. Los principales dos elementos de esta investigación fueron desarrollar un centro de procesamiento de ultrasonido y desarrollar la metodología de predicción genética para la incorporación de dichas medidas en los programas nacionales de evaluación genética. La Tabla 1 resume los datos de ultrasonido entre

**“No todos los criadores ecografián su hacienda para las características carniceras, aunque el porcentaje se está incrementando”.**

1998 y 2000 que estuvieron disponibles (37.806 registros, luego de ser editados). Esta información ha sido editada para eliminar los datos fuera del rango de edad (320 a 440 días). Los registros de animales con observaciones faltantes fueron también eliminados. Las medidas de ultrasonido fueron: porcentaje de grasa intramuscular (veteado), área de ojo de bife, espesor de grasa dorsal entre la 12<sup>o</sup> y 13<sup>o</sup> costilla y espesor de grasa de cadera. Todos los pesos y datos de ultrasonido fueron ajustados a los 365 días de edad. El área de ojo de bife y los espesores de grasa dorsal y de cadera fueron ajustados, además, por el peso del animal al momento de la medición, tanto como se desvió de su peso a los 365 días. Estos toritos fueron significativamente más jóvenes que los novillos incluidos en la base de datos de medición de carcasa y mucho más fácil de evaluar genéticamente, porque sus medidas individuales no requirieron mayores ajustes a la terminación.



Tabla 1. Medidas de ultrasonido para toritos

Característica	Media	Desviación Estándar	
Edad (días)	365	23,6	
Peso (libras)	1079	120	
Ganancia (libras/día)	2,92	0,57	
Porcentaje de Grasa	3,51	0,84	
AOB (pulgadas cuadradas)	11,84	1,47	
EGD (pulgadas)	0,25	0,09	
EGC (pulgadas)	0,29	0,10	

Los resultados de la estimación de los componentes de varianza son presentados en la Tabla 2, y fueron algo asombrosos, excediendo las expectativas de la mayoría. Si hubo un decepción, ésta fue la heredabilidad estimada para el porcentaje de grasa intramuscular (0,31), porque fue menor de la calculada de la base de datos de carcasa de los novillos AnGus (0,38). Sin embargo, todas las otras estimaciones excedieron las obtenidas de esa base de datos.

Tabla 2. Heredabilidades estimadas y correlaciones genéticas y fenotípicas para vaquillonas AnGus (390 días de terminación)

Característica	PE	EGD	EGC	AOB	%GI
PE	<b>0,57a</b>	0,19b	0,13	0,41	-0,06
EGD	0,47c	<b>0,39</b>	0,67	0,17	0,22
EGC	0,43	0,58	<b>0,44</b>	0,11	0,15
AOB	0,50	0,58	0,20	<b>0,38</b>	-0,05
%GI	0,11	0,21	0,19	-0,05	<b>0,31</b>

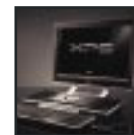
“El ultrasonido en tiempo real puede ser ahora usado como una herramienta efectiva para medir la composición y los cambios de ésta en el mismo animal y a lo largo del tiempo.”.

a- La diagonal representa la heredabilidad estimada.

b- Por encima de la diagonal están las correlaciones genéticas.

c- Por debajo de la diagonal están las correlaciones fenotípicas.





# El camino

## HACIA UN NUEVO CONJUNTO DE DEP

### Ultrasonido en toros y medidas de carcasa en novillos

De principal importancia para los criadores fue la relación genética entre las características medidas por ultrasonido en toritos y las mismas características medidas en las reses de sus novillos. Los primeros resultados de esta investigación para la raza AnGus están presentados en la Tabla 3. En el análisis se incluyeron 19.095 registros de ultrasonido y 42.353 de las reses. Las heredabilidades de las características están en la diagonal. Las correlaciones genéticas están por debajo de la diagonal. La estimación de los componentes de varianza fueron desarrollados usando un algoritmo denominado "average information-restricted maximum likelihood". El análisis fue conducido de dos formas: "par-wise" y "multiple trait" de cuatro características, con estimaciones consistentes de componentes de varianza para ambos métodos. Los resultados más importantes fueron: 1) Las heredabilidades estimadas en este análisis conjunto son consistentes y casi idénticas a las estimaciones desarrolladas previamente, usando los datos de ultrasonido y de carcasa por separado; 2) La correlación genética estimada, dentro de las características de ultrasonido y dentro de las características de carcasa, es casi idéntica a la estimada previamente; y 3) Las correlaciones genéticas entre las tres características básicas, es decir veteado (porcentaje de grasa intramuscular), área de ojo de bife y espesor de grasa dorsal, como medida tanto en toritos o en las carcasas de novillos, son superiores a 0,70. Las correlaciones genéticas de esta magnitud indican fuertemente que las características son idénticas y que los criadores pueden usar los DEP de ultrasonido para hacer los mismos progresos genéticos en esas tres características, cuando son comparados usando los DEP que surgen de los datos de carcasa.

Tabla 3. Heredabilidades y correlaciones genéticas para características de ultrasonido en toritos AnGus y para mediciones de carcasa en novillos AnGus (365 días de terminación para toros; 480 días de terminación para novillos)

Característica	Toritos			Novillos		
	U-%Grasa	U-AOB	U-Grasa	C-Veteado	C-AOB	C-Grasa
U-%Grasa	<b>0,30*</b>					
U-AOB	-0,18**	<b>0,37</b>				
U-Grasa	0,11	0,24	<b>0,33</b>			
C-Veteado	0,77	-0,14	-0,02	<b>0,37</b>		
C-AOB	-0,15	0,71	0,01	-0,07	<b>0,28</b>	
C-Grasa	0,04	0,00	0,75	0,01	-0,18	<b>0,24</b>

\* La diagonal representa la heredabilidad.

\*\* Las correlaciones genéticas están fuera de la diagonal.

C: Mediciones de carcasa en novillos.

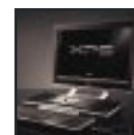
U: Características medidas por ultrasonido en toritos.

Previamente se anticipó que los programas de pruebas de progenie basados en datos de carcasa en la raza AnGus, por tiempo y costos, recibirían mucho menos énfasis que el ultrasonido. Los progresos genéticos serían de hecho más rápido con ultrasonido, debido al acortamiento del intervalo generacional logrado al medir toritos y vaquillonas. Además, se usaría un modelo animal, que contempla el lado masculino y femenino en los animales de pedigree.

### Parámetros genéticos en medidas de ultrasonido en vaquillonas

El próximo problema de la investigación fue analizar la incorporación de las medidas de ultrasonido de las vaquillonas y determinar su utilidad en la evaluación nacional, para las características a ser evaluadas. El objetivo de este estudio fue usar los registros de ultrasonido en tiempo real, para estimar los parámetros genéticos y calcular los DEP de carcasa para EGD (espesor de grasa dorsal entre la 12ª y 13ª costilla), EGC (espesor de grasa de cadera), AOB (área de ojo de bife) y %GI (porcentaje de grasa intramuscular).

Las imágenes fueron recolectadas durante todo el año 1998 y 1999. Se presentaron 9720 vaquillonas con datos sin editar. Después de editados, quedaron 8630 observaciones para el análisis. La edición significó eliminar animales sin medidas o con medidas tomadas fuera de edad y toros con una única hija. Los ajustes realizados al total de los registros fueron hechos de acuerdo con los actuales procedimientos utilizados por la American AnGus Association. El ajuste para terminación fue a los 390 días de edad. Las medias de las mediciones de los datos editados y no editados, por tipo de equipo (Classic Scanner 200-CS200 y Aloka 500-A500), se presentan en la Tabla 4.



# El camino

## HACIA UN NUEVO CONJUNTO DE DEP

“Las correlaciones genéticas de esta magnitud indican fuertemente que las características son idénticas y que los criadores pueden usar los DEP de ultrasonido para hacer los mismos progresos genéticos en esas tres características, cuando son comparados usando los DEP que surgen de los datos de carcasa”.

Tabla 4. Medidas de ultrasonido y del animal en pie en vaquillonas AnGus (1998-1999)

Característica	A500		GS200		Combinado (editado)	
	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar
Edad (días)	398	31	386	30	395	30
Ganancia (libras/día)	1,55	0,52	1,53	0,38	1,56	0,48
PE (libras)	842	121	835	101	846	112
PE ajustado (libras)	831	111	841	93	834	102
%GI	4,22	0,96	3,69	0,91	4,07	0,97
%GI ajustado	4,17	0,96	3,71	0,88	4,05	0,96
AOB (pulgadas cuadradas)	9,10	1,46	9,11	1,27	9,17	1,38
AOB ajustado (pulgadas cuadradas)	9,15	1,40	9,28	1,21	9,25	1,32
EGD (pulgadas)	0,21	0,11	0,22	0,10	0,22	0,10
EGD ajustado (pulgadas)	0,21	0,11	0,22	0,10	0,22	0,10
EGC (pulgadas)	0,28	0,12	0,33	0,11	0,30	0,12
EGC ajustado (pulgadas)	0,28	0,12	0,34	0,11	0,30	0,12
%CM ajustado	65,2	1,4	65,1	1,3	65,1	1,37
Cantidad de animales	7349		2371		8630	

Los componentes de varianza para las características ajustadas para PE (peso ecográfico), EGD, EGC, AOB, %GI y %CM (porcentaje de cortes minoristas) fueron estimados usando los procedimientos “restricted maximum likelihood” (REML). Se utilizó un modelo mixto de abuelo materno para características múltiples, usando los grupos contemporáneos como un efecto fijo.

Las heredabilidades estimadas y las correlaciones genéticas y fenotípicas están presentadas en la Tabla 5. Las heredabilidades estimadas son todas de nivel moderado ( $\geq 0,40$ ). Las correlaciones genéticas son, generalmente, de la misma magnitud y signo de las previamente encontradas con los datos únicamente de ultrasonido de los toritos. Los resultados de esta investigación indican que los datos de las vaquillonas pueden ser aún más precisos que los de los medios hermanos de los toritos, pues la heredabilidad estimada a partir de los datos de ellas es más alta que la de los toritos.



**Tabla 5. Heredabilidades estimadas y correlaciones genéticas y fenotípicas para vaquillonas AnGus (390 días de terminación)**

Característica	PE	EGD	EGC	AOB	%GI	%CM
PE	<b>0,50a</b>	0,21b	0,20	0,34	-0,19	-0,33
EGD	0,33c	<b>0,48</b>	0,74	0,23	0,09	-0,53
EGC	0,33	0,64	<b>0,56</b>	0,18	-0,01	-0,40
AOB	0,43	0,28	0,29	<b>0,40</b>	0,04	0,56
%GI	0,00	0,18	0,14	0,00	<b>0,42</b>	0,08
%CM	-0,29	-0,51	-0,29	0,57	-0,11	<b>0,46</b>

a- La diagonal representa la heredabilidad estimada.

b- Por encima de la diagonal están las correlaciones genéticas.

c- Por debajo de la diagonal están las correlaciones fenotípicas.

Sin embargo, queda aún una pregunta. ¿Los toros padres clasifican igual cuando se usan los datos de los toritos y los de las vaquillonas? Por lo tanto, se realizó un análisis para comparar el ranking de los toros padres en base a sus DEP, cuando éstos son generados por las medidas de los toritos versus cuando lo son por las medidas tomadas sobre las vaquillonas.

Como parte de esta investigación, se midieron por ultrasonido 29.938 toritos desde el 1o de enero de 1998 hasta el 31 de diciembre de 1999. Durante ese lapso se ecografiaron 9720 vaquillonas (entre los 320 y 460 días de edad). Las mediciones de ultrasonido incluyeron EGD, EGC, AOB y %GI (la característica relacionada con el veteado). Todos los registros de ultrasonido fueron ajustados a la misma edad: 356 días para los toritos y 390 días para las vaquillonas. También se tomó el peso ecográfico y se utilizó en un modelo de predicción genética para características múltiples ("multiple trait"). Los pesos fueron ajustados por efectos de edad de la madre. Hay también un efecto menor de edad de la madre asociado con el %GI; por lo tanto, las medidas de esta característica fueron además ajustadas por los efectos de edad de la madre. Hubo 2094 toros padres con progenie de toritos y 851 toros padres de vaquillonas. Hubo 623 toros padres que tuvieron toritos y vaquillonas. Las correlaciones "product-moment" (rp) y "Spearman rank" (rs) fueron desarrolladas para esos 623 toros padres teniendo DEP provenientes de ambos sexos, y fueron usados para comparar los mismos (DEP).

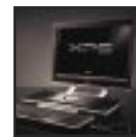
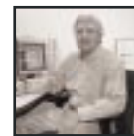
Las correlaciones "product-moment" (rp) y "Spearman rank" (rs) entre los DEP para %GI, AOB y EGD usando las medidas ecográficas de los toritos versus las de las vaquillonas, se muestran en la Tabla 6. La tendencia general, para ambos tipos de correlaciones, es: mejoran (ser más positivas) a medida que se incrementa el nivel de precisión de los DEP. Dicho nivel de precisión está principalmente asociado con la cantidad de crías sobre las que un toro padre ha sido evaluado, así como también depende de la heredabilidad de cada característica y cómo la progenie está distribuida entre los diferentes grupos contemporáneos. Las correlaciones de ranking son más altas para el %GI, seguida por el AOB y luego por el EGD. La caída en la correlación de ranking, al nivel de precisión de 0,90, es muy probable que sea debido a la menor cantidad de toros padres representados (14).

**Tabla 6. Correlaciones "product-moment" (rp) y "Spearman rank" (rs) entre DEP para %GI, AOB y EGD, usando medidas ecográficas de toritos AnGus versus medidas ecográficas de vaquillonas AnGus**

Nivel de Precisión	Cantidad de Toros Padres	%GI		AOB		EGD	
		rp	rs	rp	rs	rp	rs
0,60	135	0,75	0,72	0,58	0,56	0,46	0,40
0,65	103	0,79	0,74	0,64	0,60	0,51	0,47
0,70	81	0,82	0,79	0,68	0,63	0,53	0,47
0,75	50	0,85	0,83	0,69	0,64	0,63	0,56
0,80	33	0,87	0,83	0,76	0,75	0,68	0,62
0,85	31	0,92	0,88	0,79	0,75	0,72	0,70
0,90	14	0,80	0,80	0,87	0,70	0,68	0,66

"Los resultados de esta investigación indican que los datos de las vaquillonas pueden ser aún más precisos que los de los medios hermanos de los toritos, pues la heredabilidad estimada a partir de los datos de ellas es más alta que la de los toritos".





# El camino

## HACIA UN NUEVO CONJUNTO DE DEP

Fue necesario alertar a los criadores sobre que las vaquillonas podrían ser ecografiadas para predecir con precisión el mérito de carcasa en los novillos medios hermanos. Los criadores podrían usar las medidas de ultrasonido en tiempo real, tomadas en las vaquillonas (a los 320-460 días de edad), como complemento a la ecografía de los toritos para la generación de DEP de carcasa basados en ultrasonido.

El escenario era entonces transferir la tecnología a la industria. El comienzo de la transición comenzó en el año 2001 y aún hoy continúa. No todos los criadores ecografían su hacienda para las características carniceras, aunque el porcentaje se está incrementando.

### La implementación

La tarea de reunir las medidas de ultrasonido no es simple, y tiene poco de parecido con pesar los terneros. Tanto las ecografías como las interpretaciones de las mismas requieren de técnicos especialmente entrenados. Y los técnicos altamente calificados y diestros no abundan. Su entrenamiento y certificación es una empresa consumidora de tiempo. Una persona que hoy toma la decisión de ingresar en la actividad como ecografista, puede llevarle un año en lograrlo. Además, el equipo utilizado es caro y sofisticado.

La tarea de transferir tecnología e implementarla en el mercado de comercialización de germoplasma (semén, embriones, reproductores) está en proceso. Anualmente, más de 100 mil toritos y vaquillonas están siendo ecografiados en Estados Unidos por los técnicos entrenados y certificados. Más de 14 razas bovinas aceptaron la medición por ultrasonido en sus bases de datos, para mejorarlas. Varias asociaciones de criadores están publicando DEP para composición corporal, junto con los DEP para crecimiento y reproducción.

El proceso de interpretación centralizada de imágenes de ultrasonido (CUP, según sus siglas en inglés) fue un aspecto significativo en este proyecto de investigación. Esto fue desarrollado por Iowa State University y la American AnGus Association para proveer una interpretación objetiva de las imágenes ecográficas, antes de que éstas sean enviadas a las asociaciones de criadores para su procesamiento final.

**“ El mercado no les pagaba a los criadores por las características carniceras ni por la calidad de ese producto final. En ese entonces, el mercado les pagaba por kilo, por lo tanto es ahí donde se ponía el énfasis”.**

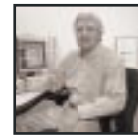
Los objetivos del CUP son:

- Proveer a la industria que comercializa germoplasma (semén, embriones, reproductores), oportunamente con tiempo y precisión, medidas no viciadas para EGD, EGC, AOB y %GI;
- Asistir a las asociaciones de criadores en el montaje preciso de los datos requeridos para generar factores de ajuste y DEP para mérito de características de carcasa, a partir de las medidas de ultrasonido; y
- Proveer educación, entrenamiento y asistencia operacional para los técnicos certificados en ultrasonido que trabajan con los criadores.

La CUP requiere de protocolos para unificar los criterios de toma de imágenes, para la consistencia y precisión en la interpretación cruzada de imágenes con problemas y para informar lo necesario, de manera objetiva, para el posterior cálculo de los DEP. La CUP también requiere identificación completa y precisa, así como también los registros de los grupos contemporáneos al momento de la toma y procesamiento, para que luego los datos ingresen inmediatamente en los programas de evaluación genética (cálculo de DEP) para calidad de carne. Las asociaciones de criadores envían al criador una planilla de manga, que contiene información sobre cada animal a ecografiar dentro del grupo contemporáneo. El criador selecciona un técnico certificado de ultrasonido entre los que aprobaron el curso anual de certificación (APTC, según sus siglas en inglés). Después que el técnico ecografía los animales, las imágenes son enviadas a la CUP, para su interpretación. Luego, ésta remite las medidas a la Asociación, para realizar los ajustes por edad y cálculos computacionales dentro de los grupos contemporáneos. La Asociación devuelve los resultados a los criadores. Todas las imágenes de ultrasonido son del propietario del animal ecografiado. El criador sabe que una vez que la CUP envía los resultados a la Asociación, ésta tiene el derecho de usarlos de la misma forma que los demás datos de performance.

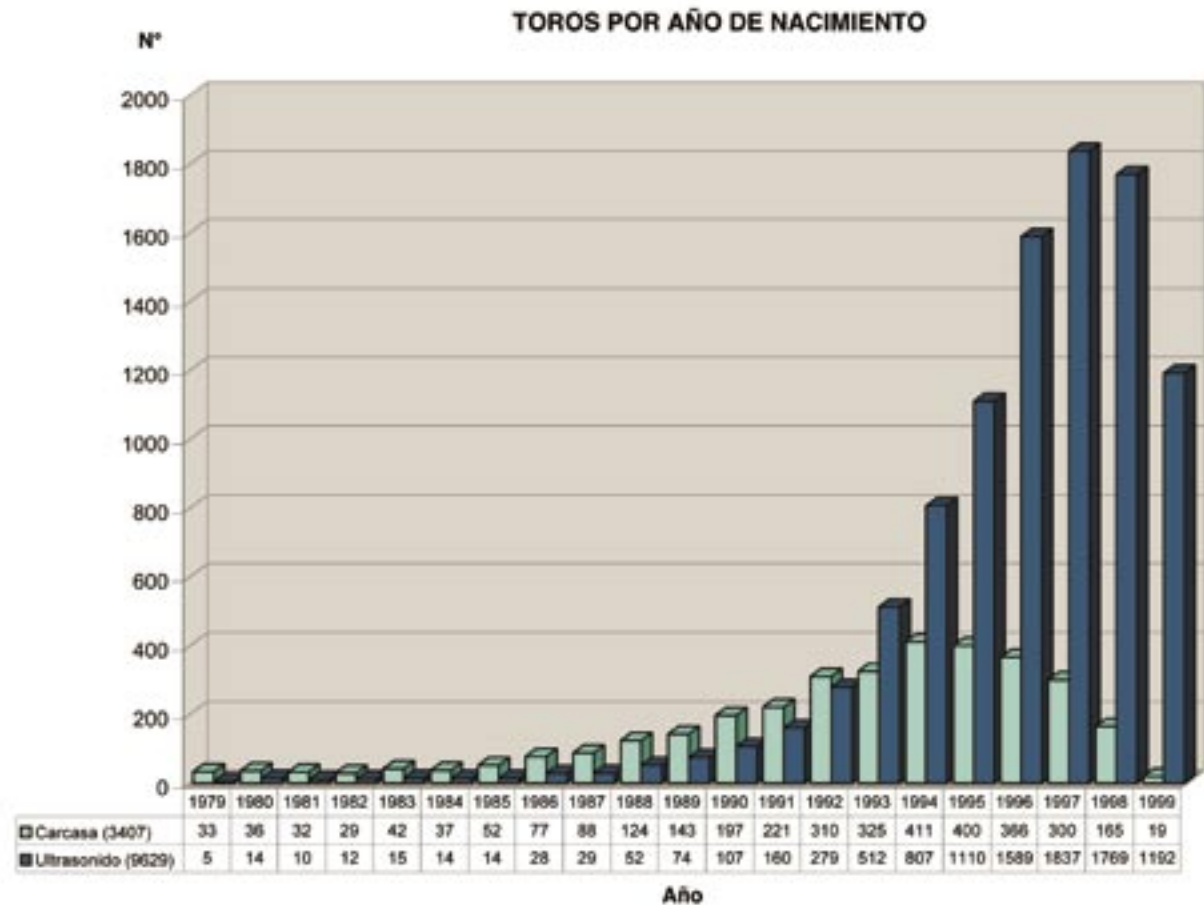
### Los resultados finales

Con estos antecedentes, ¿cuáles han sido los resultados de la investigación de las medidas de ultrasonido para predecir el mérito de un reproductor para calidad de carne? ¿Hay hoy más animales evaluados para carcasa o características de composición de la carne que a mediados de los '80? ¿La tecnología de ultrasonido impactó sobre el intervalo generacional? Las respuestas a estas preguntas están mejor representadas en la Figura 1. Ésta muestra la cantidad de toros padres (con progenie) que ha sido evaluada, por año de nacimiento, comenzando en 1979. El primer registro de ultrasonido, bajo el concepto de la CUP, fue tomado en 1999. La cantidad de toros padres con DEP para composición es casi tres veces mayor que el programa de muestreo de carcasa en planta de faena, iniciado en 1974. Además, el impacto en el intervalo generacional puede verse en la cantidad de toros padres representados en el grupo nacido en 1999. Hubo 1192 toros de la base de datos de ultrasonido, en comparación con los 19 de la base de datos de carcasa. En la evaluación genética de Otoño 2006 de la American AnGus Association hubo 380.487 toritos y 258.591 vaquillonas evaluados en características de composición corporal (carne).



# El camino

HACIA UN NUEVO CONJUNTO DE DEP



## Comentarios

Mi primer cargo en Iowa State University fue como Especialista en Sistemas Ganaderos, trabajando en la Cooperativa de Extensión. En mi corazón soy todavía un extensionista, creyendo, de todo corazón, en la misión de esta organización la que, en parte, es "educar personas para un sector agropecuario productivo, una mejor calidad de vida y una revitalización del campo estadounidense...". Mirando el desarrollo de los DEP para composición corporal y ahora la transición al sector ganadero, creo que este proyecto de investigación y transferencia de tecnología se ajusta a la misión de extensión. El camino a veces ha sido muy duro, pero cuando las cosas se pusieron así y parecía oportuno "tirar la toalla", se encontró que para resolver los problemas las mejores decisiones se toman reflexionando, poniendo la cabeza fría y pensando en "¿Qué es lo que más le interesa al productor?". Esta fue la filosofía que mantuvo vivo el proyecto. Felicitaciones a todos los colegas, estudiantes, productores y representantes de asociaciones de criadores que contribuyeron con este proyecto y esta filosofía.

## Agradecimientos

Las siguientes personas son reconocidas por haber jugado roles claves en el desarrollo de la tecnología de ultrasonido y en los DEP para composición corporal: Gene Rouse, John Crouch, Dave Duello, Mercedes Izquierdo, Huilian Zhang, Vire Amin, Scott Greiner, Abebe Hassen, Craig Hays y Richard Tait.