

## LOS PERFILES DE ADN CONTRIBUYEN A CONOCER EL POTENCIAL ECONÓMICO DE LA EFICIENCIA ALIMENTARIA

### **Introducción**

El alimento (energía de la ración alimenticia) es responsable de aproximadamente el 70% del costo total de producción en la industria cárnica vacuna – y constituye el ítem más importante de los costos variables en los sistemas de producción <sup>1</sup>. Sin embargo, en un sistema de producción cárnica entre el 70 y 75% de la energía del total de los alimentos es empleada para mantenimiento <sup>2,3</sup>. En efecto, solamente 5 % del consumo total de energía en bovinos se deposita como proteína – comparado con el 14% y 22 % en porcinos y pollos parrilleros, respectivamente<sup>2,3</sup>.

Esta combinación de factores hace que la industria de la carne en especial, sea sumamente sensible a recientes aumentos en los costos de la alimentación – en este sentido recobra gran importancia beneficiarse mejorando la Eficiencia Alimentaria de los animales de producción.

### **La tecnología de ADN juega un rol crítico en la identificación y el análisis para las características de la Eficiencia Alimentaria**

Variaciones genéticas en eficiencia alimentaria han sido reconocidas desde hace mucho tiempo – pero el costo prohibitivo de medir el consumo individual ha constituido un obstáculo para realizar en forma rutinaria las evaluaciones genéticas de eficiencia alimentaria. La publicación del genoma bovino y siguientes investigaciones de las características económicamente importantes que le siguieron, ha hecho de los marcadores genéticos (ADN) u una opción viable para que el productor pueda emplearla en la selección y manejo de la eficiencia alimentaria de los bovinos

Los estudios han confirmado que bovinos con el potencial genético para ser más eficientes son también los más rentables – *en todas las etapas de producción*. <sup>2,3</sup>. Empleando el perfil de ADN ayudará tomar mejores decisiones en la selección, proveyendo la llave práctica hacia mejoras en la eficiencia alimentaria, que llevaría a mejoras en el retorno económico tanto en los sistemas de cría como de engorde a corral <sup>4</sup>.

### **La importancia de que el Perfil IGENITY ofrezca análisis individuales en los bovinos razas indicas, sus cruzas y razas taurinas para Eficiencia Alimentaria.**

Los bovinos de las razas indicas son animales biológicamente y filogenéticamente diferentes a las razas taurinas, esto significa los efectos fisiológicos y moleculares de ciertos genes para una característica tan compleja como Eficiencia Alimentaria puede ser muy diferente en distintos tipos de bovinos – aún cuando los mismos genes están involucrados en el control de procesos biológicos similares.

Las poblaciones utilizadas para las validaciones de marcadores deben coincidir estrechamente con las poblaciones comerciales donde los resultados van a ser aplicados – y los productores deben ser concientes de ello. Los nuevos marcadores para eficiencia alimentaria incorporados al perfil IGENITY fueron estudiados en ambas poblaciones *Bos indicus* y *Bos taurus*. Los marcadores genéticos (ADN) del Perfil IGENITY son solamente para todas las razas utilizadas si ellos proveen la predicción del desempeño en ambos tipos de bovinos.

### ***Midiendo y comparando la eficiencia alimentaria en bovinos de carne***

Existe un considerable número de variaciones de animal a animal en el consumo, independientemente de los requerimientos para el desarrollo y mantenimiento <sup>5</sup>. Se emplean varias características para identificar y comparar el potencial de eficiencia alimentaria en animales individualmente. Algunos de los más comunes y útiles son los siguientes:

\* Consumo Neto de Alimento (CNA) o Consumo de Alimento Residual, denominado también eficiencia neta, describe los requerimientos energéticos de un animal para mantenimiento y desarrollo, distribuidos y evaluados separadamente <sup>6</sup>. El animal con CNA bajo es más deseable que otro animal con CNA alto, dado que un animal con bajo CNA:

- Come menos con las mismas ganancias
- Gana más peso con el mismo consumo

\* La Ganancia de Peso Diaria (GPD) es una medida grosera de ganancia diaria, independientemente de la cantidad de alimento consumido. Lo cual significa que animales con la misma GPD frecuentemente tienen distinto CNA. La GPD no es una herramienta óptima para predecir la eficiencia alimentaria, pero combinado con CNA ayuda a encontrar los animales que brindan mayores beneficios – aquellos que crecen rápida y eficientemente.

### ***La investigación respalda el impacto del análisis del Consumo Neto de Alimento incluido en el Perfil IGENITY.***

La eficiencia alimentaria medida mediante el consumo neto de alimento es una característica sumamente importante en la producción de bovinos de carne, especialmente a la luz de la importancia relativa de los costos del alimento en un sistema de producción de carne. El CNA es una característica moderadamente heredable que es difícil y oneroso para medir por métodos tradicionales. No obstante, la tecnología del ADN puede transformar la selección mediante el CNA en un método práctico para cualquier productor.

El estudio del genoma total fue empleado para generar un grupo de marcadores de ADN que demostraron ser significadamente asociados con el CNA en bovinos de carne. Los marcadores fueron luego validados en grupos múltiples de bovinos no relacionados entre sí, previo a estar comercialmente disponibles. El uso del Perfil IGENITY para seleccionar bovinos de cría eficiente es un método nuevo

importante para que los productores ganaderos produzcan progenies de eficiencia por encima de la media.

### ***La eficiencia alimentaria y las características de desarrollo analizados en el Perfil IGENITY®***

IGENITY ofrece análisis con marcadores de ADN relacionados con CNA y GPD validados por terceros e independientes.

Seleccionando mediante CNA posee gran potencial para reducir los requerimientos de alimento sin comprometer el desarrollo o calidad de la res <sup>4, 5, 7</sup>. La mayoría de los animales eficientes poseen CNA negativos porque se alimentan menos de lo esperado, basados en su peso corporal y velocidad de crecimiento.

### ***Los resultados tienen significancia para los bovinos en todos los segmentos***

- Los análisis de CNA de IGENITY han sido validados en estudios en los EE.UU. y Australia.
- Los análisis han sido validados por la NBCEC (National Beef Cattle Evaluation Consortium) para toda clase de bovinos.
- Su valor en el tiempo es demostrado mediante correlación de la eficiencia alimentaria en bovinos joven como en los de mayor edad <sup>2, 3</sup>.
- La investigación no ha demostrado impacto adverso en las características de la res cuando se selecciona por eficiencia alimentaria con IGENITY.
- Tampoco hay impacto adverso en la fertilidad, cuando se selecciona por eficiencia alimentaria con IGENITY.

El Perfil IGENITY esta diseñado para que cada característica analizada represente un rango y cada punto en el perfil represente un valor agregado. Por ejemplo, en el análisis de CNA para *Bos indicus* de IGENITY, la diferencia entre el animal menos eficiente al más eficiente es de 2.5 kg. de consumo de alimento por día en promedio – y cada punto de diferencia en la escala 1 a 10 representa aproximadamente 250 gramos de consumo de alimento diario. En el análisis de CNA para *Bos taurus* de IGENITY, la diferencia entre el animal menos eficiente al más eficiente es de 1.9 kg de consumo de alimento diario en promedio – y cada punto de diferencia en una escala de 1 a 10 representa aproximadamente 200 gramos de consumo de alimento diario.

## **La investigación confirma los perfiles de marcadores para la Eficiencia Alimentaria en ganado *Bos indicus***

### **Población y resultados**

- El primer estudio con *Bos indicus* incluyó 464 cabezas de ganado Brangus con un promedio de 271 kgs. de pesos al iniciar y 341 kgs. al terminar la recolección de datos de consumo.
- Los promedios de GPD para el grupo fue de 1 kg/día.
- La Ingesta de Materia Seca (IMS) para el grupo fue de 9,45 kg/día.
- El CNA fenotípico, ajustado para nuevos efectos de grupo, pesos de crecimiento y metabólicos corporales, tuvo un rango de - 1.79 kg/día a 0.93 kg/día, con un desvío estándar de 0,65 kg/día.
- El CNA en este ganado fue genética y fenotípicamente independiente de los pesos de desarrollo y metabólicos, pero también fuertemente correlacionado con la relación tanto de conversión alimenticia (RCA) e IMS tal como se esperaba. La RCA tuvo fuertes correlaciones negativas genéticas y fenotípicas con la GPD, pero débiles con respecto al IMS (Ingesta de Materia Seca).
- Estos resultados demuestran que el CNA es potencialmente el mejor índice para mejorar la eficiencia alimentaria y reducir el consumo de alimento, sin comprometer el desempeño en el desarrollo <sup>4, 5, 8</sup>.
- La relación entre el fenotipo de cada animal y su correspondiente perfil genético para CNA, fue significativamente diferente de cero ( $P=5.7 \times 10^{-13}$ ).

### **Implicancias**

- Los efectos genéticos de CNA entre -1.0 kg/día a 1.08 kg/día con un desvío estándar de 0,300 kg/día.
- La diferencia de efectos genéticos para CNA fueron significativamente correlativas a fenotipos para CNA, RCA e IMS, pero fenotípicamente no tuvieron relación con las GPD, peso final corporal, peso metabólico corporal y mediciones de la grasa intramuscular y área del ojo de bife; sin embargo, tuvieron una débil correlación positiva con el grosor de la grasa dorsal (Tabla 1).
- De ahí que se espera que la selección empleando el análisis de CNA de IGENITY reduzca el consumo alimentario, mejore la conversión alimenticia y reduzca el grosor de la capa de grasa dorsal, sin ningún impacto en el performance de desarrollo, peso corporal, el área del ojo de bife o los puntos de grasa intramuscular. Basado en la información disponible, un 1% de reducción en el depósito de grasa se traduce en 0.165 mm. de grasa dorsal. Estos resultados son consistentes con las respuestas publicadas de selección de estas características basadas en información fenotípica <sup>5, 7, 8</sup>.

## Conclusiones

El estudio confirma la asociación del análisis de CNA de IGENITY de ganado *Bos indicus*, con mediciones reales de consumo y eficiencia alimentaria.

Las correlaciones fenotípicas computarizadas entre el análisis de CNA de IGENITY y varias características demostraron que seleccionando animales basado en el análisis de CNA reducirá el consumo de alimento, mejorará la conversión sin impacto en el desempeño del desarrollo, peso corporal, área del ojo de bife o puntos de grasa intramuscular.

**Tabla 1. Coeficiente de correlación de Pearson entre resultados de IGENITY para CNA y el desempeño real sobre los valores de alimento y mérito de carcasa.**

Característica	CNA	IMS	RCA	GPD	PF	PM	GD	GI	AOB
CNA_MBV	0.364	0.220	0.246	-0.050	-0.016	-0.004	0.096	-0.061	0.030

CNA: Consumo Neto de Alimento; IMS: Ingesta de Materia Seca; RCA: Relación de Conversión Alimenticia;

GPD: Ganancia de Peso Diaria; PF: Peso Final; PM: Peso Metabólico; GD: Grasa Dorsal; GI: Grasa

Intramuscular; AOB: Área de Ojo de Bife

## Estudio australiano confirma la asociación

En el segundo estudio de Consumo Neto de Alimento (CNA) en *Bos indicus*, datos fenotípicos en las características del consumo de alimento fueron registrados en grupos de bovinos (predominantemente novillos) de terminación en corral alimentados con raciones de granos de alta energía. La edad promedio al inicio del ensayo alimentario fue entre 14 y 18 meses. Los novillos *Bos indicus* o cruza indicas empleados en los estudios de validación fueron alimentados hasta llegar a tres pesos fijados de venta para el mercado, e ingresaron en el ensayo alimentario con un promedio de 15, 19 y 21 meses de edad

## Resultados

Los resultados de las distintas bases de datos colectados, de *Bos indicus* y cruza indicas (Tabla 2) empleando los efectos derivados de estudios previos, mostraron coeficientes significativos y positivos en los valores de CNA. Este estudio confirma las asociaciones de los análisis para CNA de IGENITY de eficiencia alimentaria en *Bos indicus* y cruza indicas.

**Tabla 2. Coeficientes de regresión ( $\beta$ ) de resultados de los análisis de IGENITY de los ensayos de Eficiencia Alimentaria de *Bos indicus* en valores reales de CNA, medidos en ganado *Bos indicus* y cruza indicas**

Segundo estudio en grupo <i>Bos indicus</i>	$\beta^*$	se	Ddf**	P
Cruzas <i>Bos indicus</i> combinados	0.107	0.04	1133	0.005
<i>Bos indicus</i> y cruza combinados	0.090	0.049	510	0.035

Los efectos de los marcadores incluidos en el Perfil IGENITY son informados sobre la base de materia seca mientras los fenotipos empleados fueron registrados sobre la base de información recogida al ser suministrado el alimento. Esto contribuyó al coeficiente considerablemente menor entre los efectos del marcador y el fenotipo. Esto no afecta la correlación entre los efectos del marcador y el fenotipo.

ddf\*\*: denominador de grados de libertad

### **Desarrollo de poblaciones internas y resultados para análisis de CNA para ganado *Bos taurus* de IGENITY.**

Tres poblaciones de bovinos fueron empleadas para reevaluar y confirmar las asociaciones de los marcadores, originalmente descubiertos en institutos de investigación independientes.

- Los primeros dos grupos consistían de toros de pedigree cuyas medidas de consumo de alimento comenzó a la edad promedio de 270 y 328 días de edad. Estos toros recibieron una ración de alto valor no digerible durante 70 días.
- El tercer grupo incluyó novillos cruza y vaquillonas alimentadas con una ración basada en su totalidad de mezcla de cebada después del destete. El consumo se registró durante 70 días y la edad promedio de inicio de las mediciones fue de 349 días. Los detalles de la estadística descriptiva de estos animales se suministran en la Tabla 3.

**Tabla 3. Estadística descriptiva combinada para ganado empleado para confirmar las combinaciones individuales de los marcadores con el CNA**

Característica	Animales	Media	DS	Min	Max
GPD	1005	3.33	0.64	0.045	5.26
PM	1005	217.86	25.63	132.33	369.02
IMS	1005	23.47	3.70	11.34	48.43
CNA	1005	0.00	1.42	-5.73	7.78

GPD: Ganancia de Peso Diaria, PM: Peso Metabólico a la mitad del ensayo; IMS: Ingesta de Materia Seca; CNA Consumo Neto de Alimento

## Implicancias

### ***Efecto genético del análisis de CNA para ganado Bos indicus***

- El análisis para CNA fue significativamente correlativo entre los fenotipos CNA e IMS. La correlación de los análisis de CNA con otras medidas fenotípicas se exponen en la Tabla 4; sin embargo, un número de las correlaciones son bastante bajas por lo que poseen significancia biológica limitada. Los análisis de CNA de IGENITY no fueron correlacionados con los DEPs de área del ojo de bife o peso de nacimiento.
- Una población mayor con 10.362 bovinos dio como resultado un rango de can entre  $-1.0$  KG/día a  $0.91$  KG/día cuando fuera ajustado para lograr la media, basado en el análisis de CNA de IGENITY y un desvío estándar de  $0.28$  kg/día.

**Tabla 4. Coeficiente de correlación de Pearson entre el análisis de CNA de ganado *Bos taurus* de IGENITY. Calculadas para animales en la población en desarrollo y sus mediciones fenotípicas de desempeño en corrales de engorde y mérito de carcasa, y los correspondientes DEPs.**

	Fenotipo									
<i>Característica</i>	CNA	IMS	GPD	PF	PM					
<i>CNA_MBV</i>	0.205	0.344	0.140	0.068	0.085					
	DEPs									
<i>Característica</i>	PD	PS	LECHE	PC	GI	GD	HPG	SC	DOC	
<i>CNA_MBV</i>	0.225	0.260	0.287	-0.090	0.240	0.126	-0.131	-0.104	-0.116	
<i>Animales</i>	1994	1986	1994	1032	1344	1247	418	1242	357	

CNA: Consumo Neto de Alimento; IMS: Ingesta de Materia Seca; GPD: Ganancia de Peso Diaria; PF: Peso Final; PM: Peso metabólico a la mitad del ensayo; PD: Pesos Destete; PS: Peso 18 meses; Leche: Capacidad láctea; PC: Peso de Carcasa; GI: grasa intramuscular; GD: grasa dorsal;

### ***Estudios externos confirman la posibilidad de los análisis de CNA de predecir resultados en ganado Bos taurus de IGENITY***

#### ***Población y resultados***

- Tres institutos de investigación externos proporcionaron a IGENITY los ADN de bovinos para estudios genotípicos y los cuales contaban con mediciones individuales de consumos.
- Los resultados de los análisis de CNA para ganado *Bos taurus* de IGENITY fueron devueltos a los respectivos institutos de investigación y todos los datos subsiguientes de los análisis fueron conducidos por sus científicos en cooperación con datos agregados de la NBCEC.
- Investigadores en cada instituto desarrollaron modelos de análisis estadísticos para determinar si los resultados de IGENITY predijeron el consumo individual alimentario en sus respectivas poblaciones.

#### **Estudio 1**

En este estudio el consumo de alimento fue medido durante varios años en un total de 610 animales, novillos cruzas, vaquillonas y toros. El ganado se pasó a los corrales de engorde poco después de alcanzar 200 días de edad; el consumo fue medido al menos durante 40 días. El ganado recibió una ración predominantemente de maíz con alto contenido acuoso.

### Estudio 2

El segundo estudio consistió de una variedad de *Bos taurus* de pedigree y vaquillonas adquiridos durante varios años al destete. Fueron ambientados y alimentados en uno de tres planes de pesos finales en corrales de engorde con raciones de granos de alta energía. Los consumos individuales fueron medidos durante al menos 60 días con la edad promedio al inicio entre 15 y 21 meses, dependiendo del peso final fijado.

### Estudio 3

La medición del consumo final promedio fue registrada en 202 terneros de test de progenie, la mayoría novillos, comenzando a la edad de 14 meses con una edad promedio de 70 días. El estudio 3 también cubrió varios años.

### Estudio 4

El cuarto estudio consistió de 415 novillos. Los datos fueron colectados durante varios años. El número de días con la ración suministrada y los objetivos de peso final no se dieron a conocer.

### Estudio 5

El estudio 5 incluyó bovinos en el sistema de alimentación durante varios años. No se aportaron datos de parte del instituto de investigación, tales como número de animales, raciones, edad, días en los corrales, manejo, grupos contemporáneos, etc.

### Conclusiones

- Los resultados de investigadores independientes en los Estudios 1 y 2, confirmaron que los análisis de CNA en ganado *Bos taurus* de IGENITY predicen ( $P < 0.05$ ) el consumo de alimento individual en animales en desarrollo tal se concluye de los datos de una variedad de razas registrados en diferentes medios y en escenarios de manejo distintos (Tabla 5)
- El Estudio 3 posee apenas una significancia estadística aproximada, posiblemente debido al bajo número de animales totales en el análisis de los datos de consumo durante varios años.
- El Estudio 4 no fue significativo. Los resultados fueron inconsistentes con los Estudios 1 al 3, pero no se pudo determinar si los resultados fueron debidos a la variación elevada de los objetivos finales fijados, días de alimentación o el panel de marcadores.
- Los resultados del Estudio 5 no fueron significativos y el error estándar fue mayor que el coeficiente de regresión.

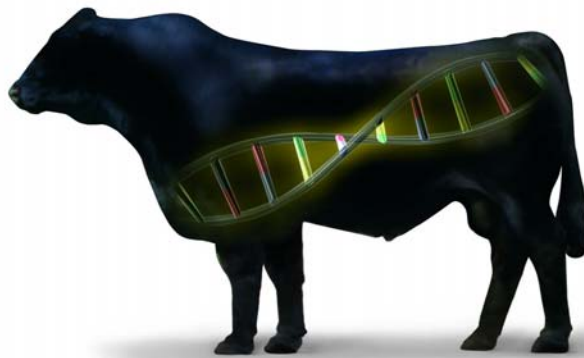
- Todos los cinco estudios fueron combinados en un meta-análisis conducido por la NBCEC, con los resultados indicativos de una fuerte tendencia hacia una significancia positiva ( $P=0.09$ ).
- Además, un análisis final de validación fue conducido de este mismo análisis de CNA para ganado *Bos taurus* empleando un número mucho mayor de cabezas, que son parte de las poblaciones de múltiples recursos de Merial. Los resultados de este análisis se incluyen en la Tabla 5.

**Tabla 5. Análisis de Regresión de CNA para ganado *Bos taurus* de IGENITY sobre fenotipos CNA en poblaciones múltiples.**

Población estudiada	ddf*	$\beta$	SE	Valor-P
Externo 1	706	0.351	0.127	0.005
Externo 2	546	0.309	0.174	0.040
Externo 3	189	0.393	0.401	0.165
Externo 4	327	-0.426	0.261	0.950
Externo 5	831	-0.105	0.117	0.813
MERIAL	1879	0.45	0.08	$8.04 \times 10^{-8}$

ddf = denominador de grados de libertad

Los valores  $p$  se presentan según la recomendación de la NBCEC.



**IGENITY OFRECE UN POTENTE ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE EFICIENCIA ALIMENTARIA – Y MUCHO MÁS.**

Solamente IGENITY ofrece las más poderosa tecnología de perfiles de fácil aplicación. El Perfil IGENITY ayuda a los productores a tomar decisiones rápidas con confianza y lograr productos de mayor calidad y más rentables.

IGENITY trabaja junto con investigadores independientes alrededor del mundo para descubrir e integrar esta tecnología innovativa, y acrecentar el valor del Perfil de IGENITY. Actualmente IGENITY ofrece análisis relacionados con los siguientes características económicamente significativas:

- **Eficiencia Alimentaria**
- **Ganancia de Peso Diaria**
- **Fertilidad (tasa de preñez en hijas)**
- **Longevidad**
- **Facilidad de Parto Materna**
- **Docilidad**
- **Terneza**
- **Marmoreo**
- **Espesor de Grasa**
- **Área de ojo de bife**
- **Porcentaje de Cortes minoristas**
- **Quality Grade (Índice de calidad americano)**
- **Yield Grade (índice de rendimiento americano)**
- **Color de pelaje (Angus)**
- **Mocho/Astado para razas específicas**
- **Paternidad (multi-toro)**

**Tabla 6. Razas de bovinos incluidos en el desarrollo y/o validación de los análisis de CNA de *Bos indicus* o *Bos taurus***

<i>Bos taurus</i>	<i>Bos indicus</i>
Angus	Brahman
Red Angus	Brangus
Gelbvieh	Santa Gertrudis
Charolais	Belmont Red
South Devon	Cruzas
Murray Gray	
Salers	
Balancer	
Simmental	
Hereford	
Tarentaise	
Holstein	
Limousin	
Pinzgauer	
Shorthorn	
Cruzas	

**IGENITY incorporará nuevos análisis a medida que la ciencia avance en la tecnología del ADN.**

**Para más información acerca del Perfil IGENITY, visite [www.igenity.com](http://www.igenity.com), o comuníquese en Argentina 0800-44-2582; Uruguay 0800-2222; Chile 3676997**

<sup>1</sup> Perry TW, Cecava M. *Beef cattle feeding and nutrition*. 2<sup>nd</sup> ed San Diego, CA. Academic Press, 1995

<sup>2</sup> Ferrell CL, Jenkins TG. Energy utilization by mature, nonpregnant, nonlactating cows of different types. *J Anim Sci* 1984; 58: 234-243

<sup>3</sup> National Research Council (NRC). *Nutrient requirements of beef cattle*. 7<sup>th</sup> reviewed edition, Washington DC. National Academy Press, 1996

<sup>4</sup> Archer J., et al. Potential for selection to improve efficiency of feed use in cattle: a review. *Aust J Agric Res*.1999; 50: 145-161

<sup>5</sup> Herd RM, et al. Reducing the cost of beef production through genetic improvement in feed intake: opportunity and challenge to application. *J Anim Sci* 2003; 81 (E. Suppl. 1): E9-E17.

<sup>6</sup> Carstens GE, Tedeschi LO. Defining feed efficiency in beef cattle. Presentation of Beef Improvement Federation Conference, 2006. Available at: [www.biconference.com/bif2006/pdfs/Carstens.pdf](http://www.biconference.com/bif2006/pdfs/Carstens.pdf). Accessed October 14, 2008.

<sup>7</sup> Basarab J et al. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. *Can J Anim Sci* 2003; 83: 189-204.

<sup>8</sup> Arthur PF, et al. Genetic and phenotype variance and covariance components for feed intake, feed efficiency and other postweaning traits in Angus cattle. *J Anim Sci* 2001; 79: 2805-2811.

<sup>9</sup> Basarab JA, et al. Relationship between progeny residual feed intake and dam lifetime production efficiency traits. *Can J Anim Sci* 2007; 87: 489-502.

<sup>10</sup> Archer JA, Reverter A et al. Genetic variation in feed intake and efficiency of mature beef cows and relationship with postweaning measurements. *Genet Appl Livest Prod.*, Montpellier, France, 2002. Comm. N° 10-07.