

Cuanto afecta la
genética del ganado *Bos
indicus* sobre la calidad
de carne



Claudio C. Fioretti
DVM, MS, Ph.D.
+54 9 2478-401593
cfioretti@genbeef.com

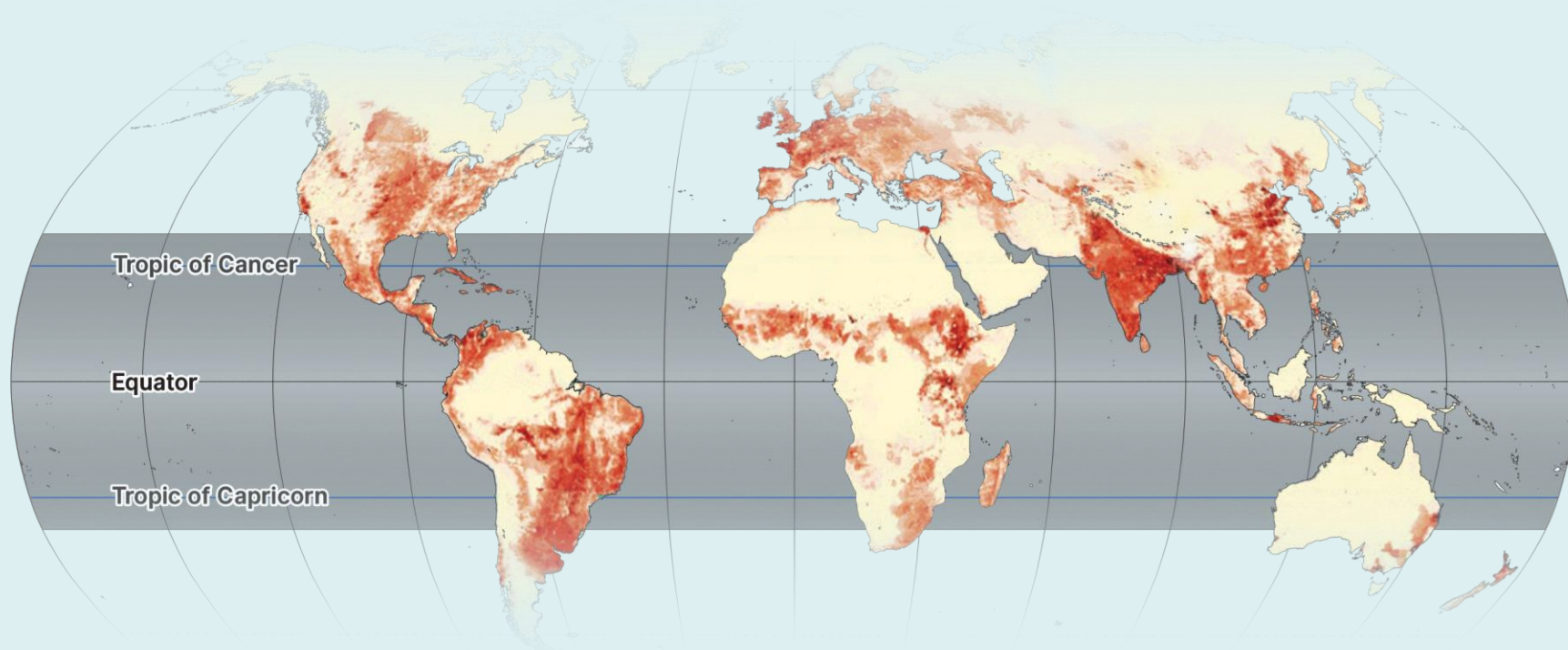
Bos indicus y sus derivados representan el bastión más importante para el crecimiento de la ganadería mundial

GenBEEF

Se estima que la población humana en 2050 será de **9.6 billones de personas**, un 25% más que en la actualidad.

Creciente demanda de productos pecuarios, resultado del incremento de la población, la urbanización y los ingresos más altos.

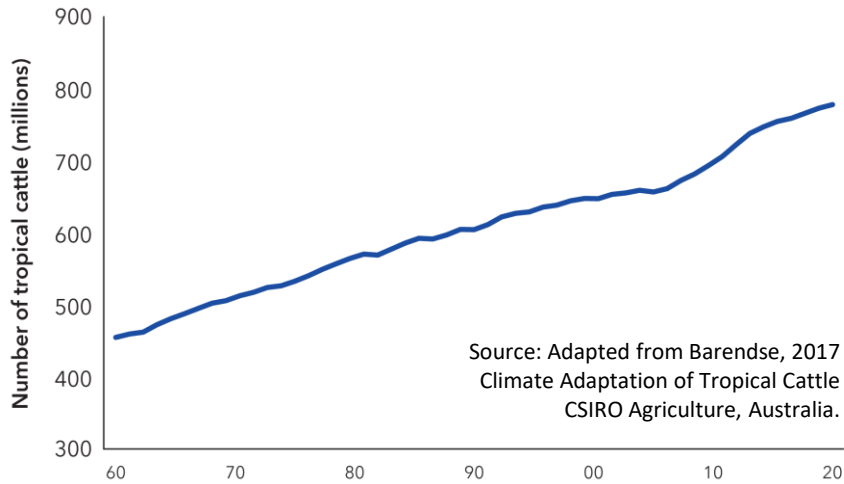
La demanda prevista de carne vacuna crecerá de las 61 TM actuales a 106 TM (+75%), **+50% que el equivalente a la expansión poblacional**.



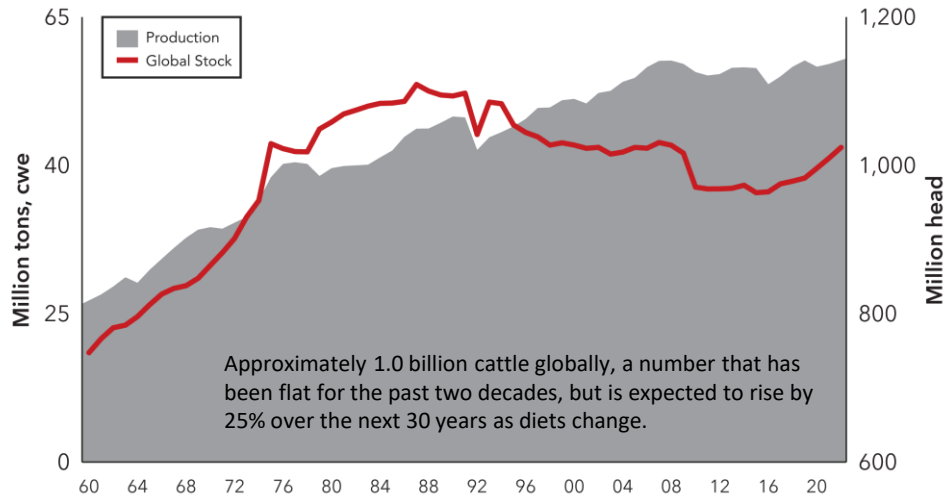
Según FAO, el **70% del total de las tierras agrícolas** son pastoriles, y aproximadamente el **65% del área mundial para pastoreo** se ubica en las regiones templadas cálidas, tropicales y subtropicales (70% de la población ganadera).

La ganadería es uno de los sub-sectores agropecuarios de **más rápido crecimiento en las economías en desarrollo**, los cuáles en conjunto ya han superado a los países desarrollados en la producción total de carne.

Number of tropical cattle over the last five decades



Global stock vs beef production



Source: USDA/FAS, World Markets and Trade.

Good to be in Agriculture!!!

- ✓ La ganadería se está convirtiendo cada vez más en un subproducto de la tenencia de la tierra.
- ✓ Las áreas geográficas de producción (particularmente las de cría) continuarán cambiando al compás del precio de los granos.
- ✓ El ganado tropical y subtropical representa casi 2/3 de la ganadería mundial (700 millones de cabezas), y este número continúa aumentando.
- ✓ El stock mundial de ganado comenzó a contraerse a finales de la década del '80 y actualmente alcanza niveles cercanos a los de 1970.
- ✓ La producción mundial de carne vacuna se ha más que duplicado en el último medio siglo, y ha aumentado un 54% en los últimos 30 años.
- ✓ El mayor crecimiento futuro será como resultado de la expansión del número de cabezas en los países en desarrollo, particularmente en rumiantes.
- ✓ Más allá de la producción y productividad, los países desarrollados se enfocarán en el futuro sobre la calidad del producto, bienestar animal, resistencia a enfermedades y reducción del impacto ambiental.

Genetic make-up contribution to sustainable beef production

Como proveedores de genética, nuestro propósito es mejorar la rentabilidad de los ganaderos acelerando el progreso genético.

La próxima gran oportunidad genética se centra claramente en la capacidad de producir carne de alta calidad en los trópicos y sub-trópicos.



Major + Facts

La carne vacuna, como fuente de proteína de alta calidad, siempre será el "producto magnético" que la gente prefiere.

El ganado de carne, basado en el ciclo de vida de toda la cadena, consume grandes cantidades de forrajes de bajo costo, en comparación con los concentrados de mayor costo y procesamiento.



Why have ruminants (like beef cattle) in a food system?

1. La carne y la leche del ganado vacuno y de búfalos representa aproximadamente el 45% del suministro mundial de proteínas para la humanidad.
2. Convierten alimentos no comestibles para los humanos, en proteínas de alta calidad y valor nutritivo.
3. Consumen forrajes/pasto en tierras no aptas para cultivos, lo cuál amplía la base disponible para la producción de alimentos.
4. La integración del ganado en los sistemas agrícolas de cultivos posee beneficios ambientales y socioeconómicos de sustentabilidad.
5. Aunque la industria de la carne vacuna a menudo es criticada por su gran consumo de granos, sólo entre el 7% y el 13% de la producción mundial de carne vacuna se basa en sistemas de alimentación con granos y concentrados.



Beef eating quality

- ✓ La percepción general del gusto de los consumidores se basan en una evaluación combinada de tres atributos sensoriales primarios: sabor, jugosidad y ternura.
- ✓ La calidad comestible de cada músculo esta determinada por cuatro factores relevantes, incluyendo:
 - Cantidad de tejido conectivo
 - Contenido de grasa intramuscular
 - Acortamiento y estiramiento de las fibras musculares durante el rigor mortis
 - Maduración y tenderización post-rigor mortis
- ✓ Calidad Intrínseca: Relacionada con las propiedades fundamentales del músculo, colágeno o grasa, siendo afectada tanto por factores genéticos como ambientales.
- ✓ Calidad Extrínseca: relacionada con la calidad alimentaria y la seguridad de la carne cocida, siendo afectada predominantemente por factores ambientales: edad de faena, nutrición y manejo, condiciones previas a la matanza y post mortem, saneamiento del procesamiento, tratamientos físicos y métodos de cocción.



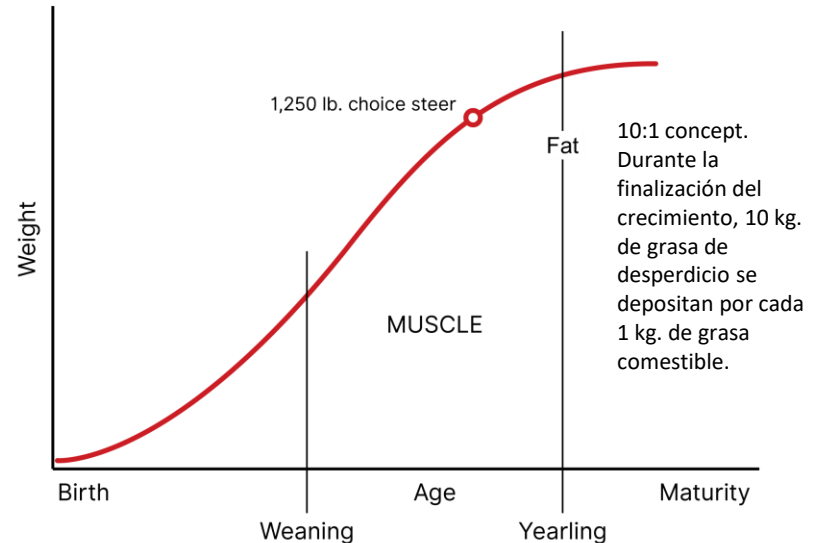
Body fat	Beef	Pork
Perinephric or "internal fat" (KPH)	13%	5%
Intermuscular or "seam fat"	42%	15%
Subcutaneous or "external fat" (backfat)	30%	70%
Intramuscular or "taste fat" (marbling)	15%	10%

Growth and development of fat in livestock.
Source: Boggs & Merkel (1993).

Genetic correlation of backfat and reproductive traits in beef cattle

r_G	Grasa dorsal
Concepción, %	+0.21
IEP, días	-0.11
Distocia, %	-0.36
Edad de pubertad	-0.29
Peso de pubertad	-0.31

Source: Adapted from MacNeil et al. (1984).



Declaring War on Fat?

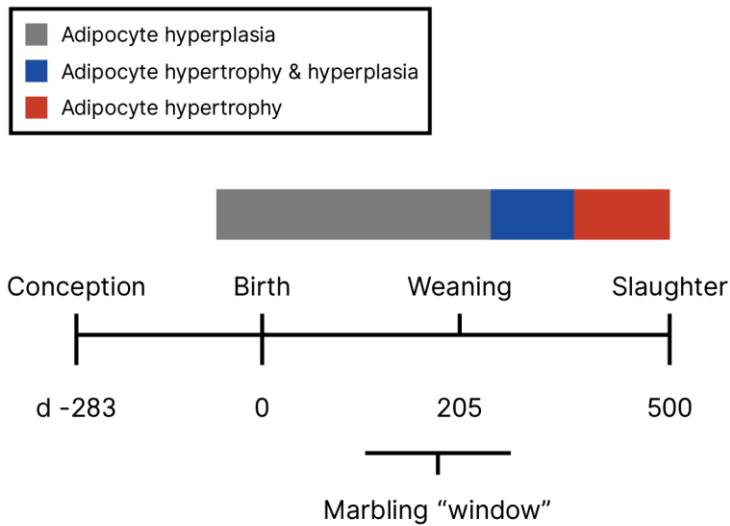
Existe una dicotomía a la hora de determinar la composición corporal ideal del ganado de carne en relación a su progenie:

- ✓ Recría → buen potencial de crecimiento (síntesis muscular) y mayor eficiencia de conversión a través de animales genéticamente más magros.
- ✓ Cría → la facilidad de mantenimiento de los vientres o la capacidad de acumular reservas energéticas (grasa) cobra mayor importancia en planteos de producción extensivos.

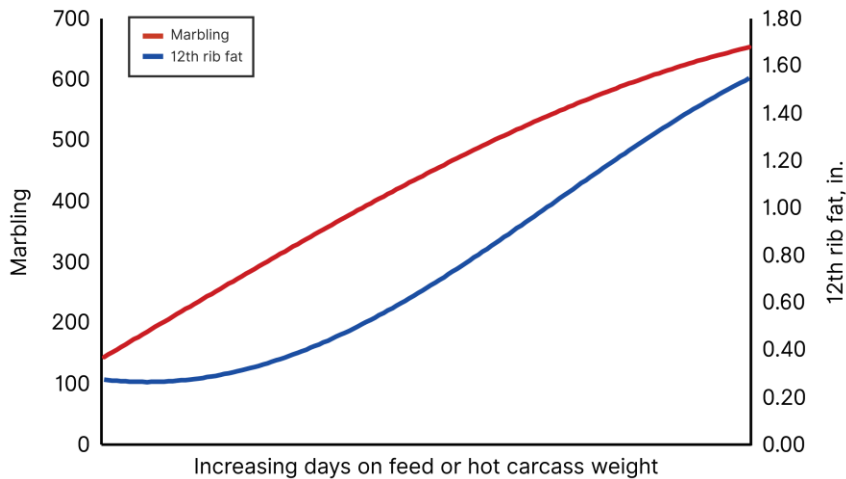
Genetics creates potential, management delivers ...

- ✓ La deposición de IMF promedia una heredabilidad entre mediana y alta (h^2 0.30 to 0.57), lo cuál ha permitido grandes avances en selección genética.
- ✓ La variación remanente (aproximadamente más de la mitad de la variación total) se debe a “algo más”, principalmente manejo y medio ambiente:
 - Manejo pre-destete, castración, y sistema inmunitario del ternero.
 - Edad de destete
 - Recría y peso de entrada al feedlot en relación al peso adulto.
 - Efectos de la dieta (grano vs forraje)
 - Duración en feedlot (time-on-feed)
 - Fuente energética de la dieta
 - Temperamento
 - Salud animal y stress
 - Promotores de crecimiento (estrogénicos y androgénicos).





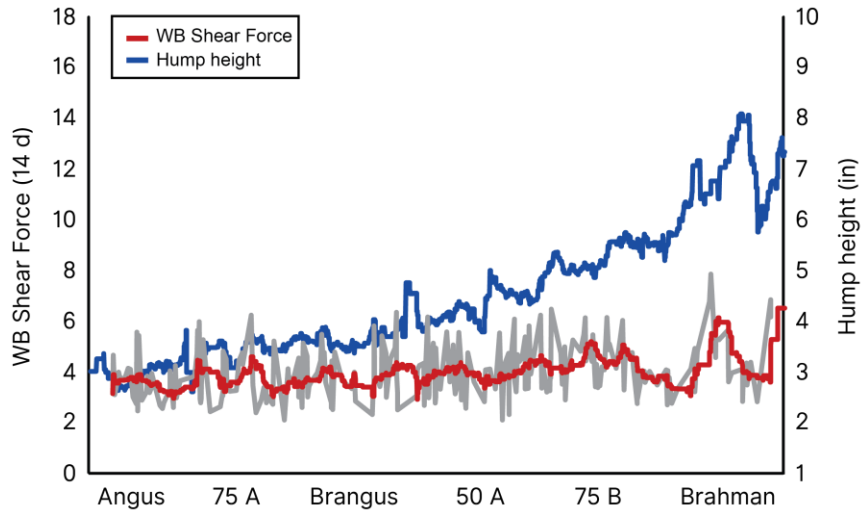
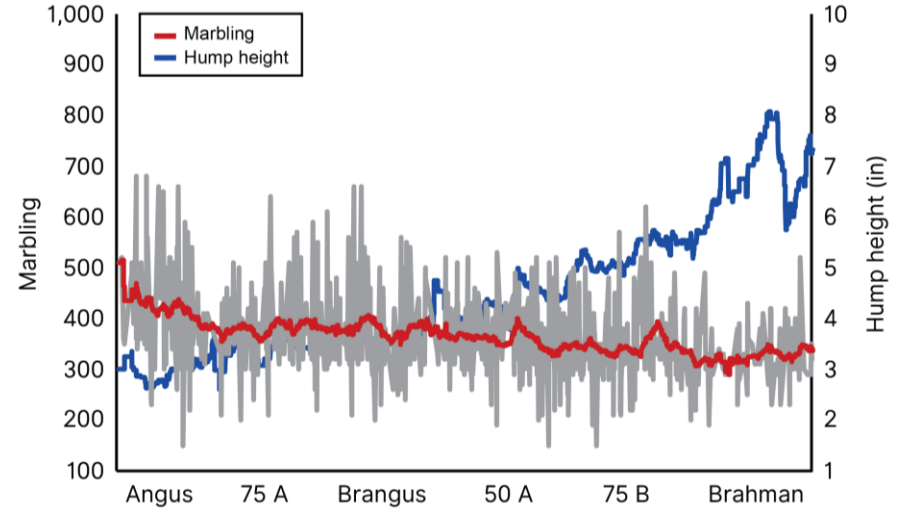
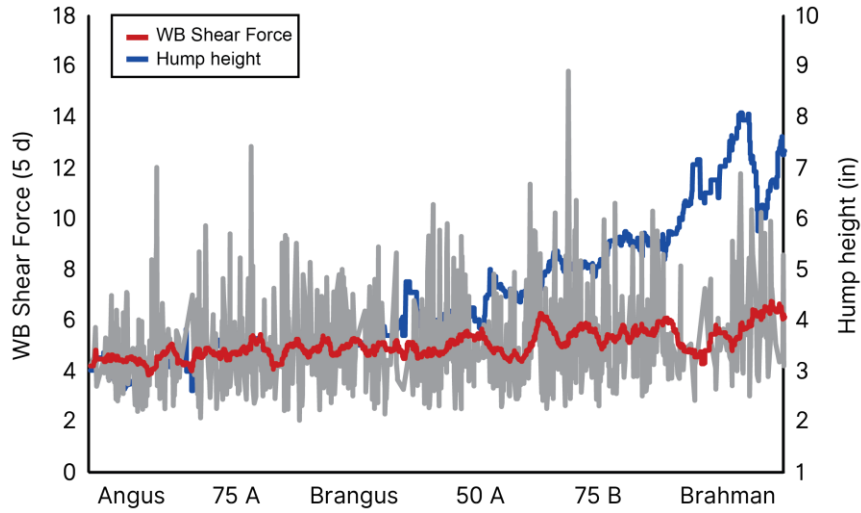
Suggested "marbling window" and approximate timing of adipocyte hypertrophy and hyperplasia activity associated with intramuscular fat (adapted from Du et al., 2013).



Relationship between subcutaneous fat and marbling (adapted from Maddock, 2013).

Where backfat, marbling & money meet

- ✓ La génesis de la IMF puede ser influenciada vía nutrición/management durante una "ventana de marbling"; lapso de tiempo desde el pre-destete continuado hasta los 250 días de vida.
- ✓ Punto crítico debido al status fisiológico del animal, cuando la actividad de los adipocitos comienza la transición desde incrementar el número de células (hiperplasia) hacia incrementar el tamaño celular (hipertrofia).
- ✓ La grasa subcutánea se deposita a un ritmo creciente, hasta que el animal esta excesivamente gordo y no puede consumir alimento adicional en condiciones normales para continuar desarrollando grasa.
- ✓ El crecimiento de IMF ocurre a un ritmo relativamente constante durante la etapa de engorde/terminación (esencialmente lineal), y no es necesariamente el ultimo depósito de grasa en desarrollarse.



Marbling score and tenderness

- ✓ Moving average lines depict decreasing phenotypic trends from Angus to Brahman carcasses; MAR dropped from 450 to 350.
- ✓ Some Angus and Brangus reached marbling scores of 600 and higher (moderate), and all breed groups had some steer carcasses with marbling scores below 300.
- ✓ WBSF was substantially more variable at 5 days postmortem than at 14 days postmortem.
- ✓ Moving average line indicates a steeper upward trend from Angus to Brahman carcasses at 5 days (+2.0 kg shear force) than at 14 days postmortem (+0.5 kg WBSF).

Source: Elzo et al. (2002), University of Florida.

Least squares means for palatability traits, fatty acid profile¹ and mineral content² in Angus, 75% Angus, Brangus, 50% Angus, 75% Brahman, and purebred Brahman.

Traits	Breed Group					
	Angus	75% A	Brangus	50% A	75% B	Brahman
Juiciness	5.15	5.12	5.13	5.04	4.87	4.80
Flavor	5.62	5.59	5.60	5.53	5.45	5.41
Marbling Score	464.1	443.0	456.5	423.0	399.0	352.9
SFA	49.9	49.0	49.2	47.7	48.3	47.5
MUFA	46.1	45.9	45.8	47.0	46.0	45.1
PUFA	3.98	5.06	4.93	5.29	5.72	7.38
Magnesium	196.8	198.9	198.9	212.8	216.4	222.9
Phosphorus	1651	1677	1655	1709	1748	1804
Potassium	3016	3041	3015	3138	3221	3273

Source: Adapted from Flowers et al. (2018). ¹ g/100 g of total fatty acids; ² µg/g muscle.

- ✓ The Angus group had the highest percentage of SFA, which was significantly higher than the SFA percentage in the 50%, 75% and 100% Brahman breed groups.
- ✓ No significant differences were found for beef flavor or off-flavor across the breed groups.
- ✓ Brahman beef had about half of total fat content compared to Angus beef as a result of decreased SFA (short-chain) and MUFA concentrations, while PUFA concentration was significantly higher (less triacylglycerols deposited into adipocytes and higher ratio of phospholipid in the fat fraction).

Eating quality

Tenderness, juiciness and flavor intensity (palatability) of cooked meat.

Consumers demand beef that is both healthy and palatable, two attributes of meat that are affected by lipid content.

Bos indicus beef is flavorsome/flavorful; most sensory panels find optimum intensity of beef flavor and off-flavor in major retail cuts.

Beef from *Bos indicus* cattle is statistically less tender, and there is more variability in that tenderness.



Ainsleigh J Lancaster
Photography

Nutritional quality

Proportions of protein, vitamins, minerals and “healthy fat” relative to caloric density.

Nutrient and fatty acid profiles are not uniform across cattle and variations in fatty acid composition and mineral content is partially attributable to breed composition and other genetic and management factors.

The relatively leaner meat of high percent *Bos indicus* cattle have reduced content of SFA and MUFA, suggests that this beef product would be more nutritionally desirable (higher healthfulness value).

THE BRAND THAT CHANGED BEEF

A producer-driven program focused on beef demand and ranch profitability

Harold Eting
Maraville, OH
1975



The most impactful turns made in the 136-year history came from an honest assessment of breed and industry needs.

The result was progress.
The reward was market share.



Pre-slaughter aspects of beef eating quality

- ✓ Managing genetics
- ✓ Nutrition, ossification and weight
- ✓ Health management
- ✓ Growth enhancement technologies
- ✓ Weight loss
- ✓ Minimizing pre-slaughter stress
- ✓ Dark cutting beef

Post-slaughter aspects of beef eating quality

- ✓ Fall in muscle pH and temperature
- ✓ Muscle shortening
- ✓ Breakdown of muscle proteins by enzymes (proteolysis).
- ✓ Electrical inputs
- ✓ Tender-stretch and tender-cut
- ✓ Postmortem aging of primal cuts
- ✓ Instrument assessment

Why is beef grading important

- ✓ Beef is produced from a diverse base of climates and management systems, as production is successful across all biomes and as cattle inhabit and grow in environments not suitable for other livestock systems.
- ✓ In many countries, cattle range from young calves slaughtered directly at weaning, to production steers and culled breeding animals.
- ✓ There is a large number of breeds and crosses in beef populations, including a proportion of high *Bos indicus* content cattle in tropical areas.
- ✓ The climatic differences are also extreme from different continents, ranging from snowfields-alpine regions to monsoonal tropics, and from deserts to temperate rainforest and irrigated pastures.
- ✓ Feedlots are used extensively in some countries, while many others are extensive open-forage management systems.
- ✓ There is further variation between cuts within any carcass which, in turn, is affected by slaughter and processing techniques, aging periods and cooking methods.





Factores de la producción que afectan la calidad de carne.

- ✓ Variación intra-racial → Limitada en terneza (shear force) para las razas *B. taurus*, y mucho más variación genética en *B. indicus* y adaptadas tropicales.
- ✓ Variación entre razas → El efecto *B. indicus* no es constante en todos los músculos, siendo más pronunciado en los cortes de alta calidad. Estos músculos, al ser posturales, suelen tener un bajo contenido de tejido conectivo (efecto miofibrilar).
- ✓ Manejo → Entornos más hostiles dan como resultado tasas de crecimiento variables (efecto directo sobre la estructura y composición muscular), mayor edad de faena (menor terneza relacionada con el colágeno) y carcasas más magras y livianas (mayor riesgo de acortamiento muscular por falta de cobertura grasa).
- ✓ Sexo → La carne de machos enteros es menos tierna y más oscura, más magra y con menor marbling, y a menudo se la asocia con una mayor variabilidad en el pH final.
- ✓ Terminación → Efecto asociado con la relación inversa entre la grasa de cobertura y la velocidad de enfriamiento (las carcasas con más grasa se enfriarán a un ritmo más lento).
- ✓ Grasa intramuscular (marbling) → La carne vetuada típicamente deriva de carcasas más pesadas y con más espesor de grasa dorsal, disminuyendo el riesgo de acortamiento muscular y aportando mayor sabor, jugosidad y terneza.
- ✓ Osificación → Los animales que soportan un crecimiento restringido muestran una osificación más avanzada a la misma edad, proporcionando una mejor perspectiva sobre la madurez fisiológica del animal.

What do we know about getting fat into muscle

- ✓ Las células grasas intramusculares son diferentes a otros depósitos grasos; su desarrollo se determina a edad relativamente temprana (3-8 meses).
- ✓ El número de células grasas se determina básicamente a temprana edad, siendo el engorde una etapa donde se rellenan los adipocitos existentes para maximizar su tamaño.
- ✓ El nivel de grasa intramuscular al comienzo de la etapa de terminación es determinante del nivel final de grasa intramuscular (marbling).
- ✓ La expresión del marbling se debe a la continua y mantenida síntesis de grasa, combinada con el menor crecimiento muscular en animales de mayor edad.
- ✓ La energía neta disponible para engorde hace que la alimentación con cereales (en comparación con el pasto) se traduzca en mayores niveles de marbling a iguales pesos de carcasa.



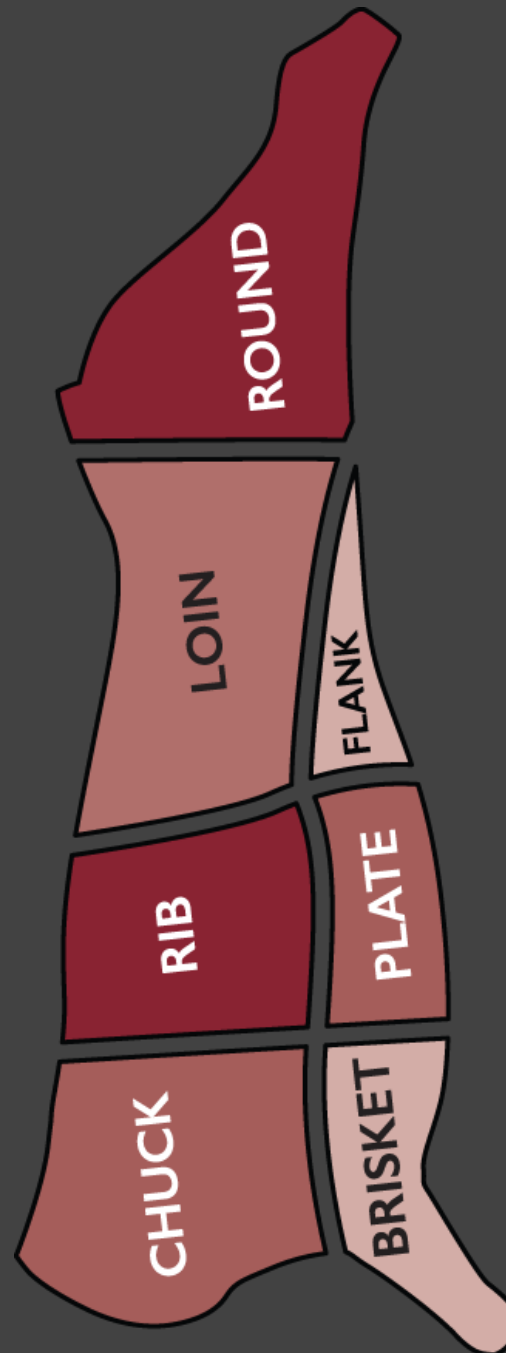


La genética y un potencial inédito de valorización.

- ✓ Genética Materna → El segmento de la cría requiere la mayor cantidad de capital (tierra, mano de obra y cash flow). A menudo se la describe como una fábrica compleja, que no sólo influye en la calidad del producto, sino que también tiene un impacto en la eficiencia global de la producción (fertilidad, caracteres nobles y requerimientos de mantenimiento).
- ✓ Genética Terminal → Es más fácil de cuantificar los valores económicos de la genética terminal porque tienden a ser más simples de medir, son altamente heredables y se ubican en ambientes de manejo y producción más uniformes. Esto también significa que es más fácil asignar valor económico a la genética terminal y utilizarla para medir el cambio. Además, en comparación con la genética materna, la genética terminal abarca menos rasgos y exhibe menos antagonismos genéticos.

Composición corporal por ultrasonido

- ✓ Mejor y más **completa descripción genética** → menores costos y tiempos.
- ✓ Mejor definición de **grupos contemporáneos** (enteros), sin el sesgo que generan los rechazos.
- ✓ Información de **pedigree** (genética materna).
- ✓ Cientos de mediciones por ultrasonido, **mucho antes que la faena** de sus propias crías.
- ✓ **Avance generacional** → todas las madres contarán con datos propios.
- ✓ **Correlación genética 0.80** (80% de algo es mejor que 100% de nada).



Partición económica de la carcasa

Cuarto Trasero

- ✓ Peso 50%
- ✓ Valor 65%



Costillar-Vacío

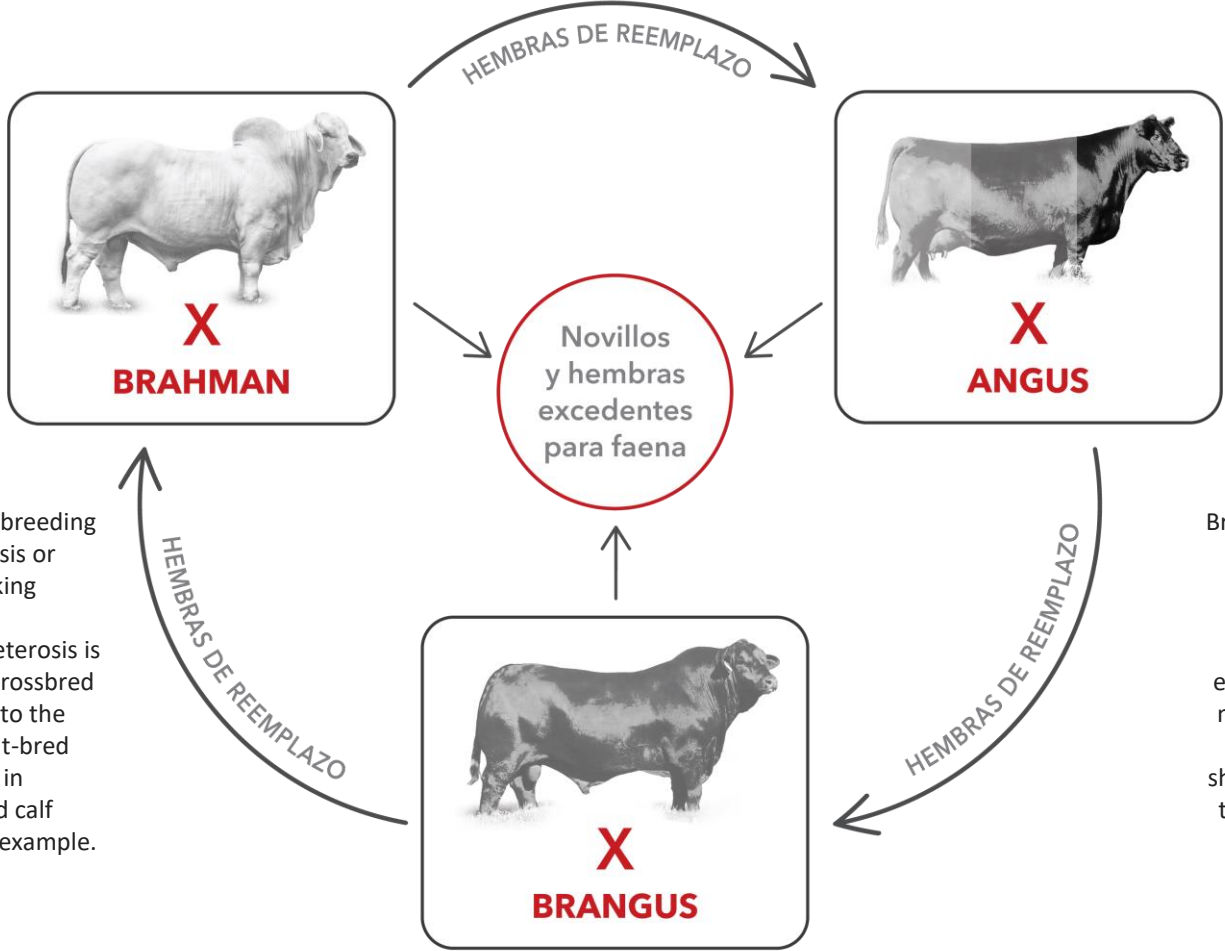
- ✓ Peso 15%
- ✓ Valor 17%



Cuarto Delantero

- ✓ Peso 35%
- ✓ Valor 18%

The money of crossbreeding and the potential to significantly boost profit in life-cycle beef production.



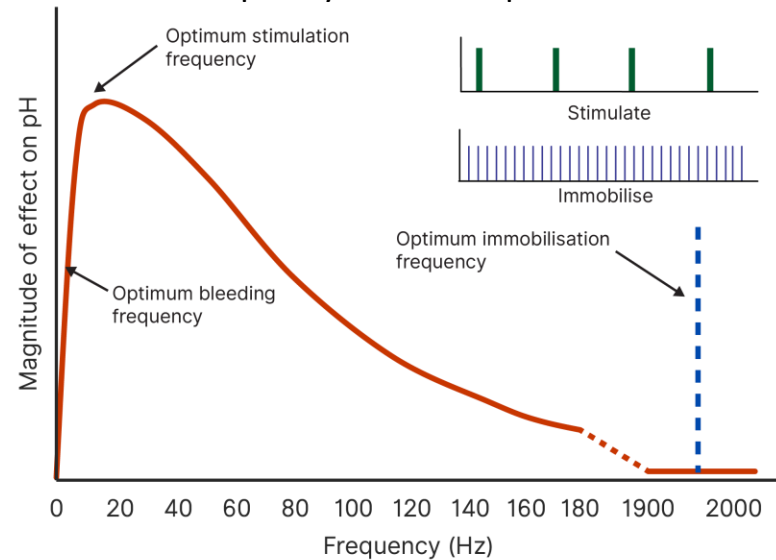
The benefits of crossbreeding are capturing heterosis or hybrid vigor and tacking advantage of breed complementarity. Heterosis is the superiority of a crossbred animal as compared to the average of its straight-bred parents. An increase in mothering ability and calf weaning weight, for example.

Breed complementarity is another positive output from crossbreeding to complement the core traits of each breed. For example, the growth and muscling featured in one breed to overcome the shortcoming of these two traits in the other breed.

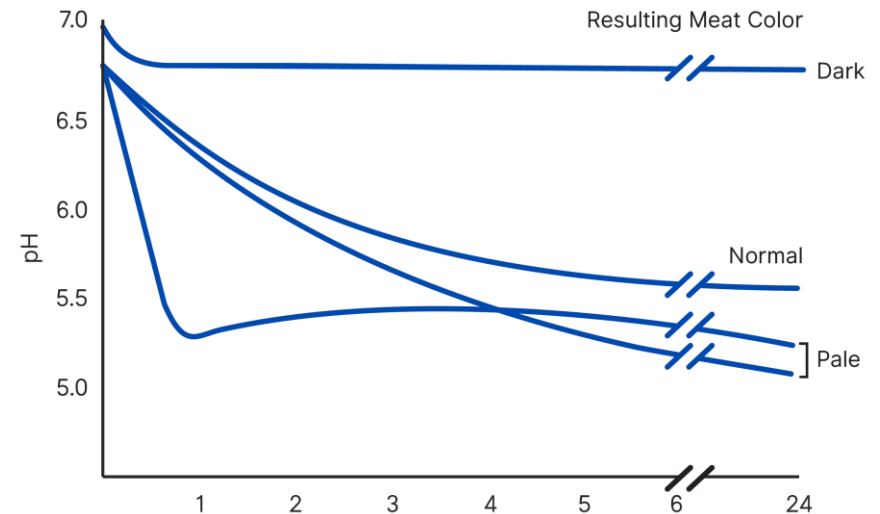
The optimal rate of pH fall and temperature decline

- ✓ Carcasses are required to be chilled rapidly soon after slaughter to prevent growth of microbial pathogens and spoilage bacteria, and to reduce weight loss.
- ✓ Rapid chilling before the onset of rigor mortis is a major cause of commercial toughness (cold shortening effect, since muscles are free to shorten).
- ✓ Electrical stimulation accelerates the breakdown of glycogen (decline in pH) and speeds up the onset of rigor mortis, so that by the time the carcass starts to chill, rigor mortis is well advanced and the muscles are “set” and unable to contract.
- ✓ Dark cutting beef occurs as a result of an animal’s depleted muscle glycogen reserves prior to slaughter (usually below 0.8% of muscle weight).
- ✓ The normal pH decline of meat during rigor mortis is altered from stressed animals, which results in less lactic acid accumulation and meat retaining a high pH (higher than 6.0).

Effect of frequency on rate of pH fall



Postmortem pH decline and the resulting meat color



Effect of aging on MSA eating quality scores

Primal cut	Ageing period	
	5 days	21 days
Tenderloin	69	70
Cube roll	50	56
Striploin	41 (fail)	48
Rump	43 (fail)	47

Effect of achilles and tender-stretch on eating quality scores after 5 days of aging

Primal cut	Achilles	Tenderstretch
Tenderloin	69	68
Cube roll	50	56
Striploin	41 (fail)	49
Rump	43 (fail)	50

Source: Adapted from Meat & Livestock Australia.

Strip-loin: Bife angosto; Cube roll: Ojo de bife; Tenderloin: lomo; Brisket: Pecho; Eye of round: Peceto; Rump: Cuadril; Flank: Vacío; Topside: Nalga de afuera; Silverside: Carnaza o Nalga de adentro.

Maximizing eating quality with tropical breed cattle

- ✓ The major negative impact that Bos indicus breeds have on eating quality is on high quality postural muscles; strip-loin, cube roll, tenderloin and oyster blade.
- ✓ In cuts with high level of connective tissue -such as brisket, topside, outside flat and eye round-, the effect of tropical breeds is reduced.
- ✓ Most of the improvement with aging primals (breakdown of structural muscle proteins by enzymes) occurs at 0-2 C in the first 7-10 days.
- ✓ Tender-stretch involves suspension from either the pelvic bone/sacro-sciatic ligament to increase the tension on the longissimus dorsi and some of the high-limb muscles.
- ✓ This process leads to a tenderness improvement in most of commercially important primal cuts; rump, thick flank, topside, silverside, strip-loin and cube roll.



Conclusiones ...

- ✓ A nivel mundial, la ganadería bovina enfrenta tres desafíos a destacar: **sustentabilidad, integración y diversificación**.
- ✓ Los productores de genética representan **el principio y el final** de la cadena productiva.
- ✓ Existen amplias posibilidades de mejorar genéticamente los **niveles de marbling y la palatabilidad**, y de modificar post-mortem la **terneza** de la carne Cebu.
- ✓ Existen muchos **factores inherentes a la producción** (no genéticos) que afectan la calidad de carne y limitan el agregado de valor a la cadena productiva.
- ✓ La **tipificación de reses** es clave para diferenciar económicamente el rendimiento y la calidad carnicera.
- ✓ La carne del ganado *Bos indicus* y sus derivados estaría estrechamente alineada con la recomendación internacional de incluir carne roja magra en **dietas saludable y equilibradas**.

Muchas Gracias!!!