

CRUZAMIENTOS EN GANADO DE CARNE

“Lo más importante en este mundo es una idea cuyo tiempo ha llegado”

Víctor Hugo

Gonzalo E. González¹⁾

INTRODUCCION

La producción de carne es una actividad de carácter económico en la cual el productor rural combina un conjunto de factores, con el fin de producir el tipo y calidad de producto que demanda el mercado.

Dentro de esos factores que manifiestan variación, se encuentran las distintas razas con que se puede encarar el sistema de producción, y que por lo tanto se puede optar al planificar. Estas razas son el resultado de la segregación y aislamiento geográfico y/o reproductivo de subpoblaciones que han recibido los efectos de la selección natural, mutación, migración, deriva genética y la acción del hombre. Ellas se han ido adaptando a distintas condiciones ambientales y a objetivos específicos de producción.

El resultado de ese proceso evolutivo son las distintas manifestaciones raciales con que contamos hoy día. Así es que sabemos que unas son buenas para producir leche, otras se destacan por su crecimiento o su eficiencia reproductiva, etc. Si bien estas diferencias son conocidas por el productor agropecuario, el uso de ellas como alternativas en un sistema de producción, implica la necesidad de un conocimiento más fino y detallado de su performance comparativa, en el

conjunto de características que afectan la eficiencia de producción.

Una vez conocidas esas diferencias, el hombre estará en condiciones de aplicar la tecnología de producción que le permite capitalizarlas en su favor, combinando los diferentes recursos que posee, en función de producir más eficientemente un producto acorde a las exigencias del mercado.

VARIACION ADITIVA INTERRACIAL

La caracterización de diferencias raciales es un proceso largo, muy complejo y costoso, que requeriría criar en distintos ambientes y condiciones de producción, las distintas razas en cuestión. La mayoría de los estudios existentes hablan de muy pocas razas en un rango de ambientes muy reducidos (*Butler et al., 1962; Fritzhugh et al, 1967; Melton et al., 1964; Lenka et al, 1973, entre otros*). Sin embargo, el supuesto de que las diferencias (aditivas) entre razas, pueden estimarse por la habilidad combinatoria general (*Smith, 1976*) y el desarrollo de la inseminación artificial, han permitido el uso de cruzamientos (Top crosses) como forma de evaluación primaria de diferencias aditivas de un número

importante de razas. Estas se prueban apareadas a razas nativas o abundantes. *C.R. Long (1980)* cita un gran número de experiencias en este contexto y el Programa de Evaluación del Germosplasma de Roman L. Hrusk a U.S. Meat Animal Research Center, Clay Center, Nebraska, ha sido una de las grandes contribuciones. Aquí en un ensayo iniciado prácticamente a partir del fin de la Segunda Guerra Mundial y que aún continúa en nuestros días, 26 razas paternas han sido evaluadas en características como: largo de gestación, peso al nacer, a los 200 días, a los 452 días, ganancia postdestete, peso de carcasa, espesor de grasa, porcentaje de grasa de riñonada, índice de marmoleado, porcentaje de carne vendible, edad a la pubertad, producción de leche, peso de vaca adulta, etc. (*Cundiff et al., 1986*), a través de las F_1 de madres Aberdeen Angus y Hereford. En el Cuadro 1 se presenta un resumen en cuatro de estas características para cruces F_1 de 20 razas agrupadas en siete tipos biológicos. La cantidad de X que presenta cada raza en cada característica, está asociada a su comportamiento (X es el más bajo, XXXXXX el más alto).

En el Cuadro 1 es evidente la superior tasa de crecimiento y tamaño adulto del grupo Charolais, Chianina, Limousin. Estas razas a

¹⁾Ing. Agr., M.S., Ph.D. Facultad de Agronomía, Universidad de la República.

su vez se destacan por su carne magra y madurez tardía. Con alta tasa de crecimiento y tamaño, está también el grupo Pardo Suizo, Gelbrich, Holando, Simmental y Main Anjou, con menor relación músculo/grasa, pero con tenores lecheros más altos. El grupo Hereford-Angus presenta características de menor crecimiento, con menor relación músculo/grasa y mayor precocidad sexual.

El concepto de variación interracial debe imaginarse simultáneamente con el concepto de variación intraraza, ya que ambas variaciones serán utilizadas como recursos animales, en cualquier sistema de producción de carne. El productor podrá elegir qué raza o combinación de ellas usará, a la vez que podrá dejar de ganar bastante en el tiempo, si dichas razas no son seleccionadas por los objetivos necesarios. Esto está expresado en las Figuras A, B y C. En ellas está representada en el eje horizontal inferior la variación de unidades de la característica (carne limpia a los 458 días de edad; producción de leche a 12 horas o peso de vaca a los 7 años). Por sobre este eje se sitúan las barras que representan los 7 tipos biológicos definidos por Koch, Cundiff y Gregory (1989). Dentro de cada barra figura la media de cada raza, notándose la ubicación relativa de cada raza dentro del tipo biológico al que pertenece. Por encima de dichas barras, encontramos curvas de distribución que representan la variación existente dentro de las razas representadas. Así la Figura A, en su parte superior, representa la variación en valores genéticos de los individuos de cuatro razas: Jersey, Hereford-Angus (ambas razas) y Chianina, en torno a una media común (0) y en torno al promedio de cada raza.

La distancia existente entre el promedio de Jersey y Chianina para

carne limpia producida a los 458 días de edad (faena) es de 8.2 desvíos estandar genéticos (Gp).

Esto implica que la diferencia entre los Jersey más pequeños y los Chianina mayores, es de unos 180 kg (representado en el eje inferior de la Figura A). La expresión en desvíos estandar es una forma de expresar en un patrón común, variación de características que se miden en distintas unidades.

El Cuadro 2 expresa diferencias entre promedios raciales, expresadas en desvíos estándar genotípicos intraraza, para distintas características, según fueron estimadas por Cundiff *et al.* (1986); medidas en progenies F₁, usando 26 razas paternas y hembras Hereford y Aberdeen Angus.

Lo que el Cuadro 2 interpreta es que cuando elegimos entre extremos interracial, estamos eligiendo entre vacas adultas que puedan pesar un mínimo de 430 y un máximo de 670 kg. En términos promediales, significa elegir entre una vaca Jersey (480 kg) o Chianina (620 kg).

En producción de leche, 6,8 desvíos estándar de variación, entre valores genéticos estimados, significa pasar de vacas capaces de producir 1 l de leche por ordeño cada 12 horas, hasta vacas que superan los 7 l. En términos raciales, podemos pasar de una raza que en promedio tiene genotipos evaluados promedialmente en 2,3 l por ordeño cada 12 horas, hasta la Jersey, con más de 5,5 l/ordeño cada 12 horas. Para Holando, esta diferencia aumenta. Estas variaciones son estimadas con respecto a valores genotípicos; en términos fenotípicos (lo que medimos o vemos) es mucho mayor.

Según Koch *et al.* (1989), el rango de variación de los valores de crfa (valores genéticos) dentro de las razas, es similar al rango de varia-

ción que muestran los promedios de las distintas razas. Por lo cual se pueden esperar cambios importantes de la selección dentro de razas y entre razas. La primera promete grandes cambios en el largo plazo, mientras que la elección de razas puede tener grandes efectos en términos inmediatos o al iniciar el sistema de producción.

Entendiendo la diversidad de respuestas que son las distintas razas a las distintas características de producción, es difícil imaginar que si el objeto final es producir más y mejor carne con eficiencia máxima, éste se logre dentro de una raza pura.

Dado que las razas no solo varían en la expresión física de una serie de características físicas y productivas, sino que varían en su eficiencia de producción, cuando son evaluadas en rebaños dentro de un sistema de producción, hay que entender a las distintas razas como la oferta conjunta de rasgos productivos que interactúan.

Hasta ahora, el mejoramiento del ganado de carne ha puesto énfasis en aumentos en el rendimiento en términos individuales; así se puso énfasis en la tasa de crecimiento. Con respecto a las vacas del rodeo, se puso énfasis en: partos a edad temprana, períodos interparto más cortos, mayor sobrevivencia de los terneros. Se han buscado vacas más grandes con menos grasa a la faena y con mayor producción de leche.

Pero el efecto neto sobre la eficiencia, al promover estos cambios en las poblaciones animales, es función también de cuánto han aumentado los insumos necesarios para ellos y de cómo actúa el aumento de cada una de estas características en las otras. C. Smith (1989) sostiene que el balance entre insumos y productos dentro de un sistema de producción, debería ser el verdadero obje-

tivo de la selección de los animales.

Según G.E. Dickerson (1990), "hay evidencias de que Brahman y Charolais tienen menor apetito y grasa corporal en relación a su potencial de crecimiento magro, y también relativamente menos proteína corporal en las vísceras que en el tejido muscular. Así los requerimientos de mantenimiento por unidad de peso corporal pueden ser similares al de razas con más grasa, con mayor relación de órganos viscerales por masa muscular". Por lo cual, interpretar diferentes eficiencias, es desgraciadamente mucho más complejo que apreciar rasgos externos como el tamaño.

El Cuadro 3 describe lo expuesto en el sentido de que hay notorias diferencias raciales. Esas diferencias tienen una compleja interrelación de causales que no son de fácil explicación. Así puede verse que el Charolais muestra necesidades de mantenimiento similares a la cruce Angus x Hereford en condiciones de no lactancia y mayores que Aberdeen Angus a la edad de 5 - 6 años y en lactación.

Por lo tanto, parecería lógico concluir que es muy difícil o casi imposible determinar cuál es la mejor raza para una situación particular, y que si se encuentra la menos mala, es la menos mala y no la mejor, porque el sistema productivo está pagando serios recargos por jugarse al purismo racial.

CONTRIBUCION DE LOS CRUZAMIENTOS

Lo expresado precedentemente es aun más claro cuando pensamos que el proceso de producción de carne tiene dos grandes ciclos. Uno que envuelve toda la fase reproductiva del proceso que va desde el momento en que entran los toros al

rodeo, hasta el destete de los terneros. El segundo ciclo comprende la recria y terminación de los animales de venta. El reparto de energía en estos dos ciclos es desparejo.

Según Dickerson (1990) "la energía alimenticia necesaria para la producción de carne en el ciclo de vida puede dividirse aproximadamente en 16% para crecimiento de las hembras de reemplazo, 34% para mantenimiento, 8% para gestación y lactancia, 23% para mantenimiento de los terneros en crecimiento del 80% de las vacas, 13% para la deposición de grasa corporal y solo 5 o 6% para deposición de proteína corporal en los animales para el mercado".

Como detalle anecdótico (Dickerson 1978 y 1983), la canal representa solo el 4 o 5% de la energía requerida para el ciclo de vida completo, mientras que en los cortes menores, está contenida solo el 3% de la de éste y es lo que usa el consumo humano.

Atender el primer ciclo representa comprometerse con el 80% de la energía del sistema, y en este caso tal vez convenga pensar en animales de buena performance reproductiva, con partos fáciles, alto número de terneros paridos y destetados, etc. Considerando el balance energético, tal vez se adecúen más vacas chicas de bajas necesidades de mantenimiento y terneros chicos con poco problema para nacer.

Contrapuesto a esto, el Ciclo de recria y engorde requiere animales de alta tasa de crecimiento con canales magras y esto lo brindan las razas grandes de tipo continental.

Es difícil encontrar una raza que maximice la eficiencia en ambos ciclos (Reproducción y Crecimiento - Terminación).

En otro orden de cosas, el Uruguay es un país donde una parte del año la oferta forrajera no cubre las

necesidades de mantenimiento de una vaca de 350 kg de peso (Aguirrezabala, 1989), por lo tanto es difícil pensar en vacas de mayor tamaño hasta tanto no cambien las condiciones forrajeras. En efecto, el cambio forrajero se ha venido dando en sentido inverso, al presentar un decrecimiento en las áreas de pasturas mejoradas. (Censo 1980, DICOSE 1989, DICOSE 1990). Por otro lado, la complejidad de las interrelaciones de eficiencia mostradas por Dickerson (1990) pueden hacer muy rentables los retornos económicos provenientes de invertir en mejorar problemas relacionados al 5% de la energía del ciclo de vida, mejorando la calidad carnícera de la oferta de carne. Los cortes Hilton y la posibilidad de acceder al mercado no aftósico, obligan a pensar en razas productoras de cortes magros que superen medidas mínimas de tamaño y criterios definidos de calidad.

La producción de carne debería entonces basarse en razas o poblaciones seleccionadas por objetivos específicos dentro de los ciclos que componen el sistema de producción, superando los antagonismos biológicos a través de sistemas de cruzamientos.

El uso de cruzamientos supone además de los beneficios aditivos surgidos del hecho de "sumar" distintas razas con diferencias genéticas, el uso fundamental de la Heterosis y la Complementariedad. La Heterosis o Vigor Híbrido puede ser definida como la diferencia en comportamiento, para la característica que se está considerando, entre la población de hijos cruce (F_1) y el promedio de las razas parentales. En términos matemáticos, eso se expresa y mide por la siguiente ecuación:

$$H\% = \frac{\frac{AB+BA}{2} - \frac{A+B}{2}}{\frac{A+B}{2}} \times 100$$

siendo: A y B el promedio de la característica considerada en las razas A y B, AB y BA el promedio en los apareamientos recíprocos. (F_1)

Los apareamientos recíprocos deben considerarse puesto que no es lo mismo el híbrido AB que el BA. En el primero, la raza B es la materna y en el segundo lo es la raza A. Esto puede originar situaciones diferentes atribuidas a efectos maternos. Una raza puede ser mejor que otra como madre y esto se manifiesta cuando se mide la característica en los hijos, sean AB o BA.

De acuerdo a esto, se deben distinguir entonces dos tipos fundamentales de Heterosis:

1) Heterosis individual, es la que presenta una población de individuos (F_1) por provenir del cruzamiento entre dos razas o líneas. Los individuos cruzados son superiores al promedio de las razas o poblaciones parentales, cuando existe vigor híbrido. 2) Heterosis maternal es la que presenta una población de individuos cruzados por ser hijos de madres que a su vez son cruzadas (y no de raza pura). Si se tienen tres razas C, A y B, el Trihíbrido CAB con respecto al Dihíbrido AB tiene la ventaja de haber sido criado por una madre híbrida (AB), además de poseer su propia Heterosis proveniente de la crucea C x (AB).

Por extensión del último concepto, también se puede definir y estimar Heterosis paterna cuando se usan machos cruzados.

Pensando en sistemas de cruzamientos, se deberá considerar la posibilidad de usar madres híbridas en la producción comercial de carne a los efectos de acumular el Vigor Híbrido individual y el Vigor Híbrido Maternal.

El tercer concepto que incorpora un buen sistema de cruzamiento, es el uso de la Complementariedad, que según la definición *Cartwright*

(1970), mide el beneficio de aparear razas en secuencias específicas para maximizar (conjuntar) características deseadas y minimizar el impacto de las indeseadas.

El uso más claro y eficiente de la Complementariedad se da con el uso de razas terminales en los cruzamientos, cuando madres cruzadas de bajos requerimientos y de mediano tamaño (Hereford-Angus) son cruzadas después de sus primeros partos con razas de gran crecimiento y tipo magro como el Charolais, para producir un animal hijo de madres híbridas (mayor habilidad reproductiva y materna) que posee gran capacidad de crecimiento (no causando problemas de distocia) y un res de excelente calidad carnicera. La Complementariedad en este caso permite un manejo efectivo de los problemas causados por el antagonismo biológico y genético entre caracteres materno-reproductivos y los de crecimiento y calidad de res.

Desde la década del 50 hasta nuestros días, gran parte de la investigación en bovinos de carne ha estado dedicada a los cruzamientos y éstos se han usado en términos comerciales, no solo para explotar el vigor híbrido y la complementariedad, sino también para crear nueva variación genética en poblaciones a seleccionar y para la absorción de razas nativas por otras de mayor productividad.

El Cuadro 4 confeccionado con los datos presentados por *Long* (1980), representa el resumen de un gran número de trabajos con distintas razas, fundamentalmente Bos taurus, en diferentes ambientes. Los resultados en él presentados, pueden considerarse como un buen resumen de Vigor Híbrido en características del ternero y de la vaca, lo que en cierta medida es equivalente a vigor híbrido individual y materno. En el caso en que se defina un

mismo carácter en ambos (vaca y ternero) éstos son adicionales en el sistema de producción.

Según los datos del Cuadro 4, se puede concluir que las características más favorecidas por los cruzamientos, o que presentan mayor Vigor Híbrido son aquellas asociadas a la eficiencia reproductiva (baja heredabilidad). Las de crecimiento presentan valores intermedios de Vigor Híbrido (además son de heredabilidad moderada). Mientras que las características que definen la calidad carnicera son de muy bajo Vigor Híbrido (y alta heredabilidad), y éste tiende a desaparecer cuando la información se ajusta por peso de la carcasa (*Long*, 1980).

La sobrevivencia del ternero es fundamentalmente una característica del ternero y por tanto depende más de si el ternero es cruzado o no, que de si la madre es cruzada o no. Lo mismo sucede con la dificultad al parto.

Al medir la eficiencia de producción de un rodeo comercial, la suma de heterosis en sobrevivencia y crecimiento del ternero y en eficiencia reproductiva de la madre, puede sumar hasta un 23% en cruzamientos entre razas de Bos taurus (*Cundiff et al.*, 1974), pudiendo estimarse la heterosis individual en un 8% y la materna en un 14-15%. De hecho, a cifras de ese tenor se puede llegar sumando componentes que figuran en el Cuadro 4. En cruzamientos Bos indicus x Bos taurus, estos guarismos han llegado al 50% en Brahman x Hereford (*Cartwright et al.*, 1964) y 69% en Brahman x Shortorn (*Koger et al.*, 1975), pero en ambientes subtropicales donde la crucea ayuda a salvar performances muy restringidas de las razas puras.

Es claro además que cuando lo que se mide son los kg de ternero destetado por vaca entorada, es el

vigor híbrido de la madre (% parición 9 + Peso destetado/vaca 8 = 17) el principal componente de ese 23%.

Los trabajos de *Plasse (1983)* describen esto en condiciones bastante rigurosas de producción. Esto se muestra en el *Cuadro 5*. El mismo autor (*Plasse, 1989*) presenta datos para las cruza Cebú con respecto a características reproductivas, las cuales se resumen en el *Cuadro 6*.

Con respecto a la longevidad, no hay cifras disponibles en abundancia, pero las sugerencias de *Cartwright et al. (1964)* hacen pensar que a pesar de la dificultad de las comparaciones, pues en los rodeos por efecto del descarte quedan solo las vacas longevas, las vacas crusa tienen ventaja. Este factor se torna muy importante en ciertos sistemas de cruzamiento como el Rotativo-Terminal, donde la raza terminal se introduce a partir del segundo parto de las razas que están en rotación. Las razas en rotación deben producir además de hembras crusa para cruzar con la raza terminal, hembras crusa para reemplazo del sistema rotativo. Dado los bajos tenores reproductivos de los vacunos, alrededor del 50% de las vacas de todo el Sistema Rotativo Terminal deben dedicarse a producir reemplazos, a menos que existan más de cinco categorías de edad para las hembras del sistema y los porcentajes de terneros logrados no disminuyan mucho del 80%.

En cuanto a las Cruzas Cebú también se deberían considerar los aspectos relacionados a la calidad carnicera. Los trabajos de *Pittaluga (1978)* y *Plasse (1989)* sugieren que éstas no perjudican la calidad de carnes cuando las evaluaciones son hechas en cruza F_1 y con procedimientos tal vez no muy exigentes (largo de la canal, peso de la mis-

ma, porcentaje de músculo, etc.). Sin embargo el incremento de sangre índica en los cruzamientos debería estar asociado a una pérdida en calidad carnicera (*Koch, 1989*). Esto se aprecia en la *Figura D*, donde se muestra la pérdida en terneza con el aumento en el porcentaje de Cebú en la crusa.

SISTEMAS DE CRUZAMIENTO

Las ventajas determinadas por el Vigor Híbrido y la Complementariedad, están determinando que en la ganadería de países de avanzada, los sistemas de cruzamiento se están imponiendo cada vez más.

Aproximadamente el 70% de los terneros vendidos y entre el 50% y el 60% de las vacas son crusa en USA (*Cundiff, 1985*).

Sin embargo, estas ventajas descritas anteriormente, determinadas por efectos de dominancia y epístasis de los genes, en el caso del Vigor Híbrido (la Complementariedad se explica por efectos aditivos solamente), determina que los individuos híbridos son una determinada combinación génica, que originada en la unión de las gametas parentales se vuelve a deshacer en forma particular cuando estos individuos generan sus gametas, por efecto de la recombinación y segregación mendelianas.

Así cuando se cruzan dos razas A y H, los híbridos (F_1) AH presentan un 100% del Vigor Híbrido posible, en la característica en cuestión. Estos individuos, si se aparean a una tercera raza (C) darán una población final CAH que también presentará un 100% del Vigor Híbrido posible para ese cruzamiento racial. Mientras que si AH se aparean a A o a H, dará una forma híbrida (AAH o HAH) cuyo Vigor Híbrido

será del 50% del obtenido en la primera crusa (F_1) para ese carácter y esas razas en cuestión. Un nuevo cruzamiento hacia la línea parental producirá otro 50% de pérdida, etc.

Esta situación determina que el Vigor Híbrido haya que estarlo generando continuamente. Si a esto se le suman las bajas tasas reproductivas y el largo de los intervalos generacionales de los vacunos donde distintas generaciones se superponen y conviven en el tiempo, se entenderá la necesidad de pensar en sistemas de Cruzamiento.

Estos, a grandes rasgos, pueden resumirse como sigue, y algunos de ellos están esquematizados en la *Figura E*.

Cruzamiento Simple: consiste en el cruzamiento de dos razas, una materna (H) y otra terminal (C) con el objeto de producir híbridos CH, los cuales se comercializan todos para faena. En este caso, la raza H debe ser abundante en el medio y bien adaptada. Parte de ella (un 50% de los vientres) se entora con toros de la propia raza H para producir hembras de reemplazo al sistema. La raza C deberá ser una raza de gran crecimiento y mejoradora en características de la canal. La gran ventaja de este sistema es el manejo sencillo, solo requiere dos potreros de entore. La desventaja importante es que el sistema no utiliza el Vigor Híbrido Maternal y en los individuos de venta, la proporción que es portadora de Vigor Híbrido es menor que en otros sistemas, ya que se producen individuos de raza pura en el 50% de los apareamientos.

Se asume: 8.5% de heterosis individual y 14% maternal y un 5% de incremento en peso al destete por el uso de raza terminal.

Tomado de *Koch (1989)*

Cruzamientos Rotativos: En este caso, se usan dos rodeos en

donde uno se entora con toros de la raza A y el otro con toros de la raza B. Los reemplazos que origina cada rodeo se destinan al otro (hijas de A se entoran con B e hijas de B se entoran con A). En este caso la Heterosis fluctúa sobre todo al principio, para luego estabilizarse en torno a un promedio de 67% de aquella obtenida en la F_1 , con pérdidas por recombinación del orden del 22%. Si este sistema se practica con tres razas, el nivel de Heterosis se sitúa en 86% de la obtenida en una F_1 triple cruce C x AB. Gregory y Cundiff (1980) estimaron un aumento promedial de 15% en peso de ternero destetado por vaca entorada en cruzamiento rotativo de dos razas, mientras que esta cifra fue del 20% cuando usaron tres razas. Las razas consideradas eran Hereford, Aberdeen Angus y Shortorn.

Este sistema es más complejo que el anterior en el manejo durante los servicios y presenta desventajas del no uso de la Complementariedad.

Según cita Koch *et al.* (1989) "es importante en los sistemas rotativos el uso de razas que sean comparables en mérito genético aditivo en características como: peso al nacer, tamaño y producción lechera, para evitar problemas de parto, estabilizar requerimientos nutricionales y de manejo en el rodeo". Estos conceptos son de particular relevancia a la hora de planear cruzamientos para las condiciones de Uruguay, donde la cría se hace en un 100% en campos naturales, con grandes fluctuaciones en la oferta y calidad de forraje, presentándose momentos donde no se abastecen las necesidades de mantenimiento (Aguirrezabala, 1989).

Debe quedar claro que aumentar kgs terneros/vaca entorada no puede ser pensado en base a la simple introducción en el cruzamiento de

una raza más lechera, porque lo más probable que suceda es que se está incrementando la necesidad de consumo del rodeo y no es está en condiciones de balancear esa nueva situación.

Tampoco sería aconsejable el uso de una raza de gran tamaño (diferente tipo biológico) en el pie de cría del sistema, por problemas al parto y cambio en los requerimientos alimenticios de parte de ese rodeo de cría, lo cual debería manejarse como categorías diferentes.

Estos sistemas, si están llamados a cumplir un importante papel en aumentar la eficiencia reproductiva y la habilidad materna de los sistemas de cría del Uruguay, en la medida que las razas no se combinen no incrementen las necesidades de mantenimiento de las vacas cruce, ni los problemas al parto, ni generen un mosaico de categorías con distintas necesidades de consumo y manejo.

Sistemas Circulares: esta forma es una simplificación al manejo de los sistemas rotativos anteriormente descritos, donde el rodeo de cría se cruce a toros de la raza A por tres, cuatro o cinco años, al cabo de los cuales se sustituyen los toros de la raza A por toros de la raza B. Estos también se usarán un número de años y luego serán sustituidos por los de la raza A o una tercera raza, y así sucesivamente. El sistema puede usar el número de razas que se quiera. Estos sistemas mantienen altos niveles de heterosis, 55-73% (Ben-net, 1987).

Un ligero inconveniente podría ser la variación intergeneracional que presentan, que aumenta en la medida que la raza de toros cambie más frecuentemente. Si las razas o cruces fueran A, B y C y todos los toros se cambian cada 3 años, cuando entra la raza C, existirán apareamientos C x AB y C x A simultáneamente.

Nuevamente, acá se presenta la necesidad de usar razas de un mismo tipo biológico. En este caso, el manejo es muy sencillo, y el problema podría ser la reposición simultánea de todos los toros. También es una desventaja el no uso de la complementariedad inherente a los sistemas rotacionales.

Sistema Estático-Terminal: Como se describe en el Gráfico E, la raza A se entora en forma pura para producir hembras de reemplazo a sí misma y se entora con la raza B para producir hembras híbridas que se entoran con la raza T. Machos A, AB y machos y hembras TAB se venden para faena. En este caso, la raza T es una terminal de alto crecimiento y buenas características de carcasa.

Este sistema usa la Complementariedad y los efectos aditivos raciales para la presencia de vacas y terneros de raza pura disminuyendo los niveles de heterosis alcanzados.

Otro problema a encarar son los primeros entores T x AB, si se presentan distintos tipos biológicos.

Sistema Rotativo-Terminal: Este sistema es la combinación de un rotativo como se describió anteriormente con uso de una tercera raza terminal. A y B son dos razas maternas que se cruzan para producir hembras AB que luego se cruzarán por una raza terminal. Esto requiere que el pie de cría se entore una parte con la raza A y la otra con la raza B. Los reemplazos originados sustituyen en forma cruzada (hijas de A se entoran con B e hijas de B con A). Un 50% de las hembras del sistema se entoran con toros A y B (de razas maternas) para producir reemplazos, normalmente esto incluye las hembras de 1er. y 2do. entore y eventualmente algunas de tercer entore. El 50% restante que son hembras cruce de tamaño adulto se entoran con la raza terminal.

Este sistema combina alto nivel de Heterosis (del sistema rotativo) y complementariedad (Raza terminal) con efecto aditivo de las razas.

Las razas usadas en forma rotativa deberán ser abundantes y estar adaptadas al medio, y ser del mismo tipo biológico. La raza usada en forma terminal deberá ser de alto crecimiento y buenas características de res.

Un buen ejemplo de este sistema para el Uruguay podría ser el uso de Hereford y Aberdeen Angus, en forma rotativa, y el Charolais como raza terminal.

Sistemas sintéticos: La formación de razas sintéticas es la respuesta a los problemas de manejo originados en los sistemas de cruzamiento. El Santa Gertruis, el Charbray, el Canchim, el Brangus, Beefmaster, Bradford, etc., son ejemplos de esto.

El problema fundamental en esta situación es determinar cuál es la pérdida en heterosis debida a las pérdidas por recombinación una vez que la cruce sintética está estabilizada. Si la heterosis se mantiene proporcionalmente a la heterocigosis y la pérdida por recombinación no es importante, ésta puede ser una solución razonable.

Según Koch *et al.* (1989), las poblaciones sintéticas se han comportado bien en diversos experimentos, pero pocos han evaluado las cruces hasta la F_2 o F_3 en contraste con las razas puras que contribuyen a su formación, en forma simultánea, de manera de estimar la retención de heterosis.

ALGUNOS COMENTARIOS MAS

Hasta ahora, se ha hecho referencia al distinto potencial que presentan las diferentes razas y a la

posibilidad de obtener ventajas adicionales cuando éstas son usadas en sistemas de cruzamiento para la utilización del Vigor Híbrido y la Complementariedad.

Por otra parte, estos conceptos deberán ser manejados con criterio de aumentar la eficiencia de producción al establecer y mantener adecuados sistemas de producción comercial. Esto implica producir un producto con una mínima relación insumo/producto que además posea la óptima calidad que el mercado demanda.

En este sentido la eficiencia racial ha sido estudiada, y el Cuadro 7 representa un buen resumen de la evaluación del valor aditivo de las razas, obtenido del programa de Evaluación de Germoplasma Animal de Nebraska. En este caso, la eficiencia está expresada en términos físicos en kg de ternero a los 200 días de edad/peso de vaca (100% del peso de la vaca) o en relación al peso de la vaca elevado a la 0.75 o a la 0.5.

Esa eficiencia que está referida a la cruce Hereford x Angus (100) cambia según se haga en base al peso de las vacas o en base al peso elevado a distintas potencias. Y esa relación del peso es algo aún no resuelto en forma definitiva, por eso en diversos casos se proponen distintas aproximaciones.

Esas eficiencias estimadas en términos físicos para los distintos tipos raciales en el Cuadro 7 cambian sustancialmente cuando esas razas son manejadas dentro de sistemas de cruzamiento. Eso lo muestra el Cuadro 8 tomado de Dickerson (1990). En este caso, con la base de la misma información, la eficiencia de las razas se expresa dentro de distintos sistemas de cruzamiento.

El Cuadro 8 compara la eficiencia de las razas evaluadas dentro de un sistema rotativo, o dentro de un

sistema estático actuando como madre o como raza terminal. En este caso también el patrón de referencia es Hereford x Aberdeen Angus (100) y se expresa una eficiencia biológica en costo energético por unidad de producto al menudeo (lo que realmente se comercializa), o en términos económicos por kg de producto al menudeo.

Estos resultados que presentan los Cuadros 7 y 8 hablan de la necesidad de considerar las razas y su comportamiento dentro de los sistemas en que serán utilizados. Los resultados pueden ser bastante distintos.

Estos datos muestran el buen comportamiento de la cruce Hereford x Aberdeen Angus usada en forma rotativa y el aporte que podrían hacer sobre ella el uso de razas terminales de gran crecimiento y calidad de carcasa.

Esto tendría que llamar a pensar en replantear muchos esquemas productores de carne del Uruguay, pensando a su vez en el papel que deben de jugar las distintas razas puras y los criterios de selección que deberían emplearse en ellas.

Es bueno recordar que el Uruguay produce investigación de primera calidad a nivel mundial hace ya 20 años, (Scarsi *et al.*, 1973 a, b y c; Pittaluga *et al.*, 1973; Vaz Martins *et al.*, 1973) en temas relacionados a los cruzamientos. ¿No corresponde preguntarse qué cosas suceden en este país que los resultados son poco conocidos y la técnica ha tenido baja adopción a nivel de la producción? ¿Hasta cuándo nos daremos este lujo?

CONCLUSIONES

De acuerdo a la información presentada, parece razonable hacer las siguientes consideraciones:

1) No existe la raza pura capaz de rendir el óptimo de producción de carne por sí sola. Las incompatibilidades biológico-genéticas determinan que ninguna raza pura pueda competir contra un buen sistema de cruzamiento.

2) Las razas puras se conciben y justifican en la medida que se críen y seleccionen con objetivos específicos, para producir toros que se usarán en sistemas de cruzamientos definidos.

3) No cruzar implica no hacer uso de las diferencias aditivas entre razas, del Vigor Híbrido y de la Complementariedad. Esto implica no acceder a un 23-24% extra de kg de ternero obtenido por vaca ni a la ventaja de sumar potencial de crecimiento y calidad carnicera. No cruzar es perder en eficiencia (Megacalorías/kg de producto al menudeo o costo/kg de producto de menudeo).

4) Cruzar implica pensar en un sistema de cruzamientos. En este punto el sistema deberá adecuarse a las posibilidades de manejo, oferta de razas, capacidad forrajera, demanda del mercado, etc. El análisis de los sistemas circulares permite además considerar que algunos deslices que se produzcan en los sistemas de cruzamiento, por ejemplo por algún problema de alambrados o falta de potreros, o paso de algún toro, que en definitiva aumentarán la variabilidad intergeneracional en el rodeo, no destruirán la totalidad de lo que se gana en un sistema de cruzamientos. Esto debe pensarse en el sentido de que no hay que esperar a tener las variables del sistema a un 100% de su rendimiento para empezar a pensar en un posible sistema de cruzamientos. Una vaca cruza es en términos generales mejor madre y desteta más kilos de ternero, que son producidos más eficientemente. Y a esa vaca cruza es posible hacerla producir un ter-

nero que crezca más y sea de mejor calidad carnicera.

5) La realidad de parte importante del Uruguay, llevaría a pensar en la vigencia que puede tener un Sistema Rotativo Terminal con cruzamientos Bos taurus.

Las razas Hereford y Aberdeen Angus son excelentes para usarlas en forma rotacional en la medida que la selección no las lleve a perder sus características fundamentales. Son abundantes como para poder constituir el pie de cría, de mediano tamaño, buena habilidad reproductiva y materna y pertenecen a un mismo tipo biológico.

Sobre ese pie de cría Angus-Hereford, habría que pensar en el uso de razas terminales como el Charolais, el Limousin, etc., luego de los dos primeros partos. Esto estaría incorporando mayor crecimiento, menos deposición de grasa en la canal y una res más adecuada a las demandas del mercado.

Este sistema representa una importante mejora en eficiencia sin la necesidad de inversiones extra, usa recursos nacionales y es una apuesta a conquistar mercados cárnicos de la mejor calidad.

6) Por otra parte, la popularidad que están adquiriendo las cruza con Cebú entre ciertos productores de nuestro medio y los estimulantes datos de la investigación nacional e internacional, nos obligan a mirar con optimismo el uso de estas cruza en determinadas zonas y condiciones del Uruguay.

7) Con la misma vehemencia que se debe defender el uso de los cruzamientos en la producción comercial, también debe defenderse la investigación en el tema; aún quedan muchas cosas por conocer, pero la recompensa de importantes logros ya se percibe con claridad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRREZABALA, M., 1989.- *Modelo de simulación del consumo de ovinos y bovinos en condiciones de pastoreo. Análisis de componentes y síntesis del modelo.* Tesis de Grado. Fac. de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo. Uruguay.
- BENNET, G.L., 1987.- *Periodic rotation crosses. III. Size-breed rotations with overlapping generations among dams.* J. Anim. Sci. 65: 1487-1494.
- BUTLER, O.D.; CARTWRIGHT, T.C.; KUNKLE, L.E.; ORTS, F.A.; KING, G.T.; LEWTER, D.W., 1962.- *Comparative feedlot performance and carcass characteristics of Hereford and Angus steers.* J. Anim. Sci. 21: 298-304.
- CARTWRIGHT, T.C.; ELLIS, G.F.Jr; KRUSE, W.E.; CROUCH, E.K., 1964.- *Hybrid vigor in Brahman Hereford crosses.* Texas Agr. Exp. Sta. Monogr. 1.
- CARTWRIGHT, T.C., 1970.- *Selection criteria for beef cattle for the future.* J. Anim. Sci. 30: 706-711.
- CENSO Gral. Agropecuario, 1980.- M.A.P. Dirección de Investigaciones Económicas Agropecuarias. Montevideo. Uruguay.
- CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; KOCH, R.M., 1974.- *Effects of heterosis reproduction in Hereford, Angus and Shortorn cattle.* J. Anim. Sci. 38: 711-727.
- CUNDIFF, L.V., 1984.- *Output and input differences among diverse breeds of cattle.* Proc. 2nd. Congress of Sheep and Beef Cattle Breeding. Pretoria S. Africa. April 16-19.

- CUNDIFF, L.V., 1985.- *Beef cattle breeding research needs in South Australia*. Report prepared for the Waile Agricultural Research Institute, University of Adelaide, South Australia.
- CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; KOCH, R.M.; DICKERSON, G.E., 1986.- *Genetic diversity among cattle breeds and its use to increase beef production efficiency in a temperate environment*. Proc. 3rd. World Congress of Genetics Applied to Livestock Prod. Vol IX, pp 271-282, Lincoln, NE, USA.
- DICKERSON, G.E., 1978.- *Animal size and efficiency basic concepts*. Animal Production. 27: 367-379.
- DICKERSON, G.E., 1983.- *Potential genetic improvements in the efficiency of beef production*. In strategies for most efficient beef production. Japan, Kyoto University 85-120.
- DICKERSON, G.E., 1990.- *Componentes de eficiencia en la producción de carne y leche. Memorias de la Conferencia Internacional sobre Sistemas y Estrategias de Mejoramiento Bovino en el Trópico*. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 15-38.
- DICOSE, 1989.- *La Ganadería en Cifras*. M.G.A.P. Dirección General de Servicios de Contralor Agropecuario. Montevideo. Uruguay.
- FITZHUGH, H.A.Jr.; CARTWRIGHT T.C.; TEMPLE, R.S., 1967.- *Genetic and environmental factors affecting weight of beef cows*. J. Anim. Sci. 29: 991-998.
- KOCH, R.M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, E., 1989.- *Beef Cattle Breed Resource Utilization*. Brazil J. Genetics 12,3 Supplement, 55-80.
- KOGER, M.F.; PEACOCK, M.; KIRK, W.G.; CROCKETT, J.R., 1975.- *Heterosis effects on wearing performance of Brahman Shortorn calves*. J. Anim. Sci. 40: 826-833.
- LEMKA, L.; McDOWELL, R.E.; VAN VIECK, L.D.; GUHA, H.; SALAZAR, J.J., 1973.- *Reproductive efficiency and viability in two Bos indicus and two Bos taurus breeds in the tropics of India and Columbia*. J. Anim. Sci. 36: 644-650.
- LONG, C.R., 1980.- *Crossbreeding for beef production: Experimental results*. J. Anim. Sci. 51,5,1197-24.
- MELTON, A.A.; RIGGS, J.K.; NELSON, L.A.; CARTWRIGHT, T.C., 1967.- *Milk production and cal gains of Angus, Charolais and Hereford cows*. J. Anim. Sci. 26: 804-810.
- PLASE, D., 1983.- *Crossbreeding results from Beef Cattle in Latin Americans Tropics*. Anim. Breeding Abstr. 51,11: 779-797.
- PLASE, D., 1989.- *Results from cross breeding Bos taurus and Bos indicus in tropical Latin America*. Brazil. J. Genetics. 12,3 163-181.
- PITTALUGA, O., 1978.- *Cruzamientos en ganado de carne. Material de circulación interna*. Curso de Bovinos de Carne. Fac. de Agronomía, E.E.M.A.C.
- PITTALUGA, O.; VALLEDOR, F.; SCARSI, J.C., 1973.- *Aparición de pubertad en terneras provenientes de cruzamientos de toros Hereford, Limousine, Charolais y Holando sobre vacas Hereford y de toros Hereford x Limousine*. Documento. Primer Congreso de Prod. Animal. Paysandú. Uruguay.
- ROBERTSON, A., 1976.- *Why do we crossbreed? Crossbreeding experiments and strategy of beef utilization to increase beef production*. ECSC, IEEC, EAEC. Luxemburg. 4-11.
- SMITH, C., 1989.- *Strategies in genetic resource utilization*. Brazil. J. Genetics 12,3 Supplement 1-11.
- SCARSI, J.C.; PITTALUGA, O. VALLEDOR, F.; VAZ MARTINS, D., 1973a.- *Efecto del cruzamiento de toros Limousine, Charolais y Holando sobre vacas Hereford. I. Comportamiento reproductivo*. Documento. Primer Congreso de Producción Animal. Paysandú. Uruguay.
- SCARSI, J.C.; MENDEZ, J.; PITTALUGA, O., 1973b.- *Efecto del cruzamiento de toros Limousine, Charolais y Holando sobre vacas Hereford. II. Crecimiento predestete*. Documento. Primer Congreso de Producción Animal. Paysandú. Uruguay.
- SCARSI, J.C.; MENDEZ, J.; VAZ MARTINS, C., 1973c.- *Efecto del cruzamiento de toros Limousine, Charolais y Holando sobre vacas Hereford. III. Comportamiento postdestete*. Documento. Primer Congreso Nacional de Producción Animal. Paysandú. Uruguay.
- VAZ MARTINS, D.; ROZZA, S.; SCARSI, J.C., 1973.- *Efecto de cruzamientos de toros Limousine, Charolais y Holando sobre vacas Hereford. IV. Calidad y composición de la res*. Documento. Primer Congreso de Producción Animal. Paysandú. Uruguay.

Cuadro 1. Cruzamientos raciales agrupados por cuatro criterios mayores.

Raza	Crecimiento y tamaño	relación músculo grasa	Edad a la pubertad	Producción de leche
Jersey (J)	X	X	X	XXXXX
Hereford-Angus (HA)	XX	XX	XXX	XX
Red Poll (R)	XX	XX	XX	XXX
Devon (D)	XX	XX	XXX	XX
South Devon (Sd)	XXX	XXX	XX	XXX
Terantaise (T)	XXX	XXX	XX	XXX
Pinzgauer (P)	XXX	XXX	XX	XXX
Brangus (Bn)	XXX	XX	XXXX	XX
Santa Gertrudis (Sg)	XXX	XX	XXXX	XX
Sahiwal (Sw)	XX	XXX	XXXXX	XXX
Brahman (Bm)	XXXX	XXX	XXXXX	XXX
Brown Swiss (B)	XXXX	XXXX	XX	XXXX
Gelbvieh (G)	XXXX	XXXX	XX	XXXX
Holstein (Ho)	XXXX	XXXX	XX	XXXXXX
Simmental (S)	XXXXX	XXXX	XXX	XXXX
Maine Anjou (M)	XXXXX	XXXX	XXX	XXX
Limousin (L)	XXX	XXXXX	XXXX	X
Charolais (C)	XXXXX	XXXXX	XXXX	X
Chianina (Ci)	XXXXX	XXXXX	XXXX	X

* Mas X Representa mayor performance (Tomado de Koch et al., (1989))

Cuadro 2. Rango de variación entre medias raciales, para diversas características expresado en desvíos estandar genéticos.

Característica	Diferencia máxima entre medias raciales
Largo de gestación	5.4
Peso al nacer	6.9
Peso a 200 días	5.0
Ganancia Post-destete	5.0
Peso a 452 días	6.1
Peso de carcasa	6.1
Espesor de grasa	7.5
% grasa de riñonada	6.1
Índice de veteado	5.3
% carne vendible	5.8
Peso de pubertad (hembras)	7.3
Edad a la pubertad (hembras)	7.3
Producción de leche	6.8
Peso de vaca adulta	8.1

Tomado de Cundiff et al. (1986)

Cuadro 3. Estimaciones de energía metabolizable requerida para mantenimiento de varias razas y cruces entre razas^{a,b}.

Genotipo	Estado fisiológico	Mantenimiento (kcal/kg ^{0,75} /día)	
Angus x Hereford ^a	9-10 años no preñada, no lactando ^b	130	
Charolais - X	9-10 años no preñada, no lactando ^b	129	
Jersey-X	9-10 años no preñada, no lactando ^b	145	
Simmental-X	9-10 años no preñada, no lactando ^b	160	
Angus x Hereford ^a	8- 9 años lactando ^c	151	
Red Poll - X	8- 9 años lactando ^c	157	
Pardo Suizo - X	8- 9 años lactando ^c	156	
Gelbvieh - X	8- 9 años lactando ^c	158	
Maine Anjou - X	8- 9 años lactando ^c	146	
Chianina - X	8- 9 años lactando ^c	174	
Angus	5- 6 años lactando ^d	141	
Hereford	5- 6 años lactando ^d	149	
Simmental	5- 6 años lactando ^d	166	
Charolais	5- 6 años lactando ^d	165	
Angus	5- 6 años no lactando ^e	86	149
Hereford	5- 6 años no lactando ^e	99	142
Simmental	5- 6 años no lactando ^e	166	151
Hereford	9-15 meses	106	
Simmental	9-15 meses	126	

^a Las F₁ = producidos a partir de cruces de Angus, Hereford, Charolais, Jersey, Simmental, Red Poll, Pardo Suizo, Gelbvieh, Maine Anjou y Chianina con vacas Angus o Hereford.

^b Ferrell y Jenkins (1984a).

^c Cundiff et al (1983).

^d Ferrell y Jenkins (no publicado).

^e Ferrell y Jenkins (1984b), para alimentación restringida y *ad libitum*.

^f Ferrell y Jenkins (1985) para toros y vaquillas.

Tomado de Dickerson (1990).

Cuadro 5. Heterosis en cruces Cebú x Criollo en caracteres de crecimiento.

Peso al nacer	12 %
Ganancia pre-destete	6 %
Peso al destete	7 %
Ganancia post-destete	22 %
Peso al año	12 %

Tomado de Plasse (1989)

Cuadro 6. Heterosis en caracteres reproductivos de cruces Cebú x Criollo.

Caracter	% de Heterosis
Edad a la pubertad	11 %
Peso a la pubertad	11 %
% Preñez	9-16 %
Kls. destetados/vaca	35 %

Tomado de Plasse (1983)

Cuadro 4. Porcentaje de Heterosis para distintas características

CARACTERISTICAS DEL TERNERO			CARACTERISTICAS DE LA VACA		
Reproducción a sobrevivencia	Promedio	Rango		Promedio	Rango
% Partición	0	-12 a 11	Edad a la pubertad	-3	-10 a 4
Sobrevivencia al nacer	2	-1 a 3	% partición	9	3 a 15
Sobrevivencia al destete	3	-2 a 15	Sobrevivencia al ancer	-1	-1 a 0
Largo de gestación	0		Sobrevivencia al destete	1	-3 a 8
Dificultad al parto	3	0 a 7	Largo gestación	0	
CRECIMIENTO Y TAMAÑO			Dificultad al parto	-0.6	
Peso al nacer	4	1 a 11	Int. Parto-concepción	1.5	
Ganancia pre-destete	4	3 a 8	Int. Inter-partos	-5	
Peso destete	5	3 a 16	Peso al destete	8	3 18
Ganancia post-destete	6	2 a 11	Producción de leche		2.8 a 6.1
Peso al año	4	2 a 7	Longevidad	?	?
Peso 400 días	4	1 a 8			
Peso adulto	2.5	-1 a 7			
Eficiencia conversión	1				
CARCASA					
Rendimiento		0 a 1			
Area de ojo de bife	3	-1 a 7			
Espesor de grasa		-1 a 11			
% de rendimiento en cortes deshuesados	0				

Tomado de C. Long (1980)

Cuadro 8. Eficiencia biológica (Mcal/kg) y económica (\$/kg) predicha de producción de carne magra para muestras de razas usadas en el papel de cruzamientos alternos*.

Genotipo	Mcal/kg de producto al menudeo			\$/kg de producto al menudeo		
	X Rot	X Madre	X Padre	X Rot	X Madre	X Padre
Jersey	124	110	112	120	108	110
Sahiwal	105	105	100	103	104	99
Red Poll	115	111	104	111	108	103
Tarentaise	104	108	96	103	107	96
Her x Angus	100	100	100	100	100	100
Pinzgauer	108	111	98	107	110	98
Pardo Suizo	99	106	94	99	105	95
Limousin	101	108	93	100	107	93
South Devon	101	102	99	101	102	99
Gelbvieh	101	107	94	101	106	95
Brahman	104	111	93	104	110	95
Simmental	110	114	90	110	109	96
Charolais	103	108	94	103	108	94
Maine-Anjou	96	103	93	97	104	94
Chianina	95	105	90	96	106	91
Ambito	95/124	100/114	90/112	96/120	100/110	91/100
Media,						
Her x Angus	78,6	78,6	78,6	2,88	2,88	2,88

* Tomado de dickerson (1990)

Cuadro 7. Efecto del genotipo de la vaca en los componentes de comportamiento para muestras de genotipos, relacionado a cruces Hereford-Angus = 100*.

Genotipo de la vaca	Peso de la vaca a 5 años de edad (kg)	Pubertad (semanas)	Preñez los 18 meses (%)	Nacimientos normales (%)	Terneros vivos al nacer (%)	peso del ternero (kg) al nacer	200 d	Leciteo diu. terneros (%)	Viabilidad de terneros (%)	Terneros desviados (%)	Peso de ternero a los 200 días por vaca expuesta		
											kg ¹⁰⁰	kg ¹⁰⁰	
Jersey	77	127	84	116	100	83	109	193	102	101	111	135	127
Sahiwal	87	68	136	131	111	76	113	187	101	106	126	140	115
Red Poll	90	111	94	98	98	107	111	143	90	94	99	107	104
Tarentaise	97	104	120	110	100	102	121	167	100	100	121	124	123
Her. x Ang.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Pinzquer	101	113	128	100	104	112	115	170	100	102	120	119	119
Pardo Suizo	101	114	113	112	102	111	124	170	100	101	127	126	126
Limousin	105	85	72	105	92	102	104	80	97	93	91	88	89
South Devon	108	104	82	95	96	110	107	113	109	101	110	104	106
Gelbvieh	109	117	114	105	109	109	124	170	98	104	132	124	126
Brahman	109	60	125	131	109	93	129	210	98	104	138	129	132
Simmental	111	99	84	91	94	110	121	167	104	98	117	108	111
Charolais	123	85	72	95	96	114	112	80	97	95	104	89	90
Maine-Anjou	123	100	116	105	107	123	120	110	98	102	125	107	113
Charolais	123	85	96	112	104	120	120	100	100	102	125	107	113
Ambito en %	77/23	60/27	72/36	91/36	92/11	76/23	100/29	80/210	90/109	93/106	91/38	88/40	89/35
Media,													
Her. x Ang.	500	51	87	85	92			5.5	92	84	177	167	792

* Estimado como dos veces el efecto de la raza de la vaca del semental sobre su comportamiento en cruces con seminales de the same others breeds.

Datos tomados de Gregory et al (1982b) y Cundiff et al (1982b).

Incluye el doble de cualquier desviación del efecto de heterosis específica a partir de HAA (e.j. para Brahman y Sahiwal).

Figura A. En el eje inferior se representan las medias raciales. En el eje superior se representa la variación genética entre y dentro de razas. Las abreviaturas raciales son las mismas del Cuadro 1. (Tomado de Koch et al. (1989).

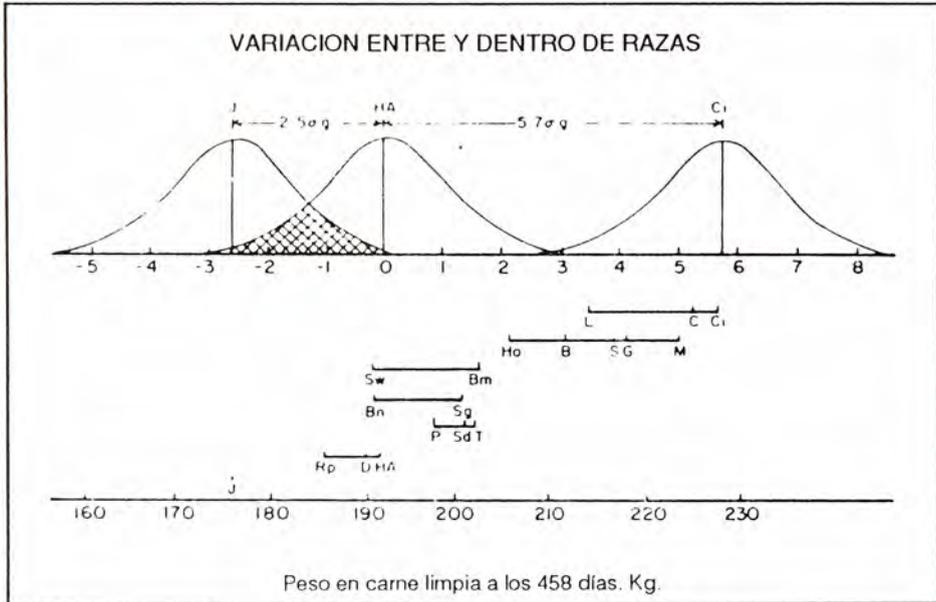


Figura B. En el eje inferior se representan las medias raciales. En el eje superior se representa la variación genética entre y dentro de razas. Las abreviaturas raciales son las mismas del Cuadro 1. (Tomado de Koch et al. (1989).

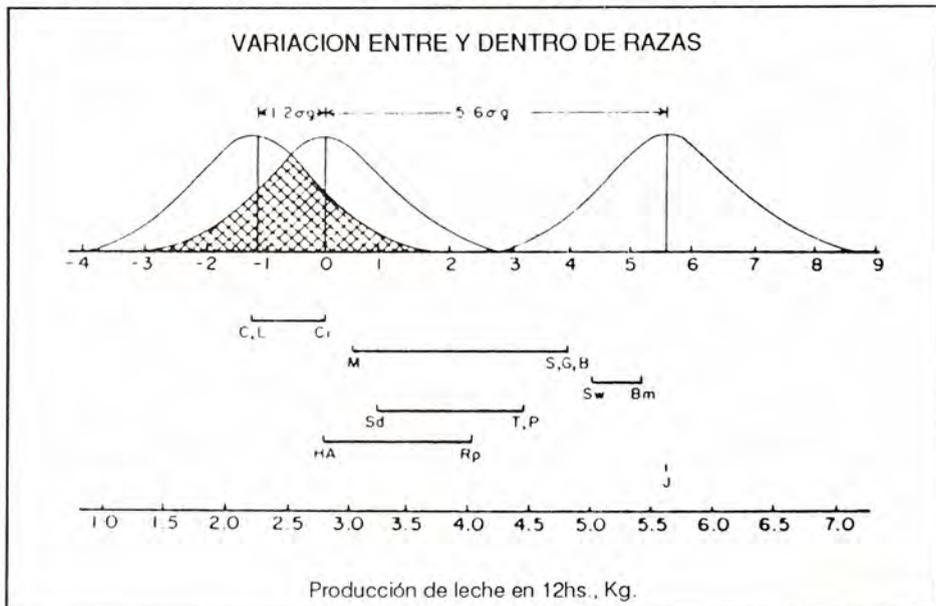


Figura C. En el eje inferior se representan las medias raciales. En el eje superior se representa la variación genética entre y dentro de razas. Las abreviaturas raciales son las mismas del Cuadro 1. (Tomado de Koch et al. (1989).

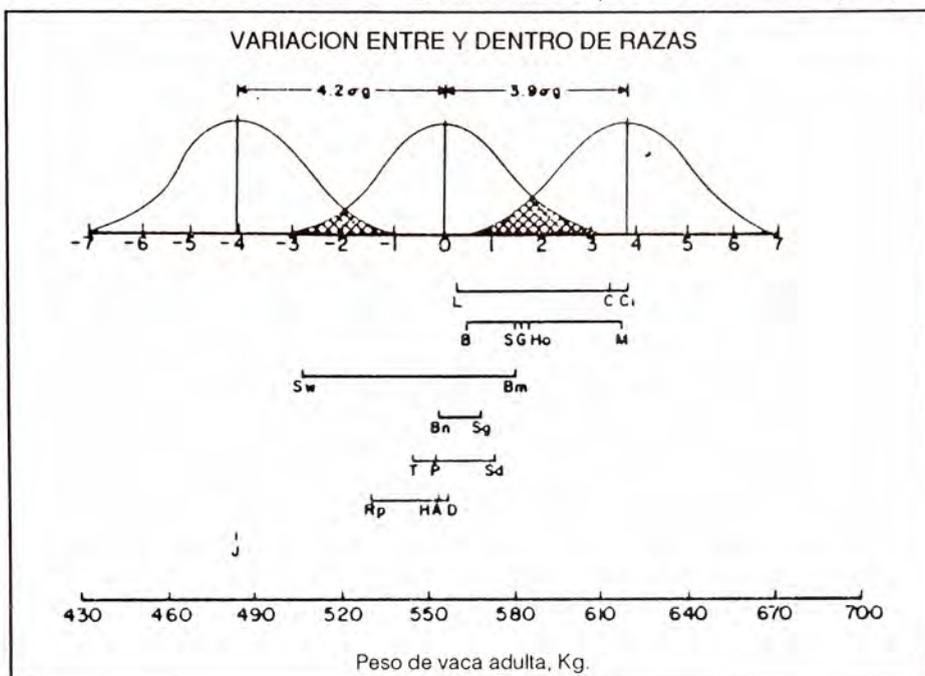


FIGURA D. Determinación de terneza por corte en el Warner-Bratzler, de carne cocida tomada de novillos que diferían en el porcentaje de sangre índica Tomado de Koch (1989)

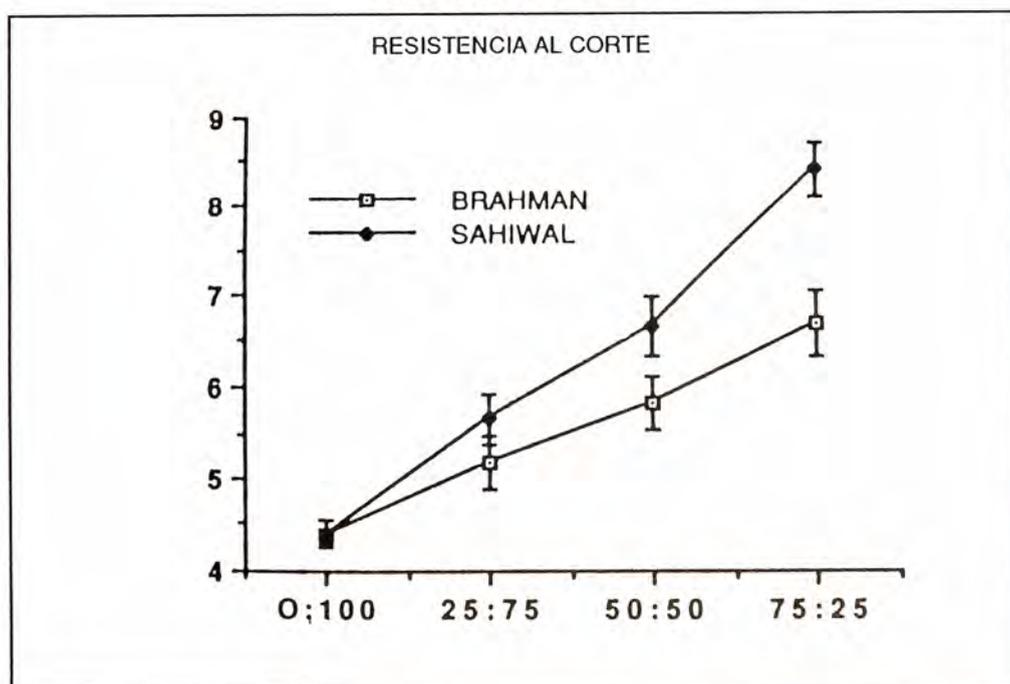


FIGURA E. Uso de heterosis, efecto genético aditivo de las razas y complementariedad en distintos sistemas de cruzamiento. Se asume: 8.5% de heterosis individual y 14% maternal y un 5 % de incremento en peso al destete por el uso de raza terminal. Tomado de Koch (1989)

