

# El uso de cruzamientos vs. la utilización de razas puras para la producción de carne bovina

NOTA TÉCNICA

Ana C. Espasandín \*

## INTRODUCCIÓN

La producción de carne bovina (P) en una determinada región o país es el resultado de la utilización de los recursos genéticos (G), del ambiente (A) y de las interacciones entre los componentes causantes (GxA) de P, siendo:

$$P = G + A + (GxA)$$

Existen varias maneras de combinar los recursos genéticos, el ambiente y las prácticas de manejo, producción y comercialización, dando origen a los diferentes sistemas de producción de carne bovina. En general, los sistemas de producción más eficientes son aquellos que logran una combinación optimizada de todos estos factores.

En términos generales, existen tres estrategias para la combinación de los recursos genéticos en la producción de carne. La primera consiste en la cría de animales de una raza pura que ya se encuentra adaptada al ambiente de producción y comercialización existente. Cuando esta estrategia no es capaz de atender las necesidades del sistema, existe la posibilidad de formar nuevas razas, combinando características deseables de dos o más razas puras. Por último, existe también la alternativa de cruzar estas razas en forma permanente, ofreciendo una mayor flexibilidad a los sistemas de explotación de carne bovina.

Los cruzamientos entre diferentes razas, como forma de mejoramiento genético, han sido utilizados extensamente, debido a la posibilidad que ofrecen de combinar o sustituir recursos genéticos locales por otros más productivos desde el punto de vista económico.

El objetivo básico de la utilización de sistemas de cruzamientos en ganado bovino consiste en la optimización del uso simultáneo de los efectos de los genes, tanto aditivos (complementación entre razas) como no aditivos (heterosis).

La heterosis es la exaltación de los caracteres asociados al vigor general, a la fertilidad y en cierto grado al crecimiento que

se produce por cruzar individuos distantes desde el punto de vista genético. En términos generales, cuanto mayor es la diversidad genética entre los individuos, mayor será la heterosis, especialmente para características de baja heredabilidad.

La complementariedad ocurre con caracteres de mediana a baja heredabilidad y es manifestada cuando los animales cruzan exhiben, para los caracteres en cuestión, niveles intermedios entre las razas parentales.

Además de la posibilidad que ofrecen de explotar la heterosis, los cruzamientos pueden ser realizados en ganado vacuno con diversos objetivos, tales como: 1) introgresión de genes, fijando un carácter buscado, mediante retrocruzamientos sucesivos; 2) sustitución de razas mediante cruzamientos absorbentes, permitiendo una adaptación más rápida de la nueva raza al nuevo ambiente; 3) utilización de la complementariedad del mérito genético aditivo para caracteres específicos con el fin de sincronizar las características de desempeño y adaptabilidad general de los recursos genéticos y del ambiente en cuanto al clima, nutrición y sanidad; y 4) formar razas sintéticas a partir de una base múltiple de razas.

## CARACTERIZACIÓN DE LAS RAZAS PURAS

Muchas diferencias han sido encontradas entre las diversas razas para producción de carne, tanto en regiones de clima templado como tropical, para la mayoría de las características que contribuyen con la eficiencia de producción de carne bovina. Un resumen de estas informaciones, incluyendo algunas notas comparativas de características asociadas a producción y reproducción se presenta en el Cuadro 1.

De un modo general, pueden observarse los altos potenciales para crecimiento y calidad de carne que caracterizan a las razas europeas, así como la alta adaptabilidad de los cebuínos, especialmente en condiciones climáticas extremas (calor, sequía).



Por otro lado, son evidentes las bajas tolerancias que presentan las razas europeas (británicas y continentales) a los ataques parasitarios y temperaturas elevadas, así como las bajas calidades de carcasa de los cebuínos de origen indiano (ej. Nelore).

Estas y otras características peculiares de cada tipo biológico bovino son las que llevan a concluir que no existe una raza ideal o perfecta válida para todos los sistemas de producción, y sí que cada una de ellas presenta ventajas y/o desventajas para cada situación de producción.

Del mismo modo, existen importantes diferencias ambientales en relación a factores climáticos, nutricionales, parasitarios, entre otras, las que resultan de las variaciones ocasionadas por muchos factores tales como los niveles y distribución de las precipitaciones, altitud, fertilidad del suelo, radiación solar, temperatura, humedad relativa. Cada raza o tipo biológico se desempeñará de manera diferente según las condiciones a las que sean sometidas para producir, dependiendo esta reacción de sus aptitudes productivas más o menos inclinadas para una u otra función (ej.: mayor deposición de grasa).

En este sentido, se torna importante la existencia de programas extensos de caracterización de las razas puras para los rasgos de mayor importancia económica, en los diferentes ambientes productivos. Estas informaciones proporcionan bases para una selección efectiva entre las razas a ser utilizadas en sistemas de cruzamientos, o como contribuyentes en la formación de razas sintéticas.

Una selección adecuada de estos materiales permite el alcance rápido de una composición genética aditiva óptima capaz de sincronizar la adaptabilidad general de los

\* Ing. Agr. Dpto. de Producción Animal y Pasturas, EEMAC.

**Cuadro 1.** Valores generales comparativos para algunas características productivas y de adaptación para diferentes tipos biológicos de bovinos de carne.

Razas	Potencial de crecimiento	Tamaño adulto	Potencial reproductivo	Calidad de la carne	Rendimiento lechero	Resistencia a garrapatas	Resistencia a parásitos internos	Resistencia a enfermedades de ojos	Resistencia al calor	Resistencia a sequía
Cebú africano	aa	aaa	aaaa	aaaa	aaaa	aaaaa	aaaa	aaaa	aaaaa	aaaaa
Cebú Indiano	aaa	aaaa	aaa	aaa	aaaaa	aaaaa	aaaaa	aaaaa	aaaaa	aaaaa
Británicas	aaaa	aaaa	aaaaa	aaaaa	aaa	a	aaa	aa	aa	aa
Continetales	aaaaa	aaaaa	aaaa	aaaaa	aaaa	a	aaa	aaa	aa	a

<sup>a</sup> pobremente adaptado      aaaaaa muy adaptado

Fuente: Frisch, 1997.

recursos genéticos con la situación de producción disponible.

Según Ponzoni (1997), las razas elegidas para producción deberían ser aquellas capaces de armonizar con el clima y los recursos alimenticios disponibles, obteniendo de esta forma productos con eficiencia desde los puntos de vista biológico y económico.

En el Cuadro 2 son presentados los potenciales genéticos teóricos que serían deseables para producir en diferentes situaciones ambientales.

En esta caracterización puede ser observada la importancia que cobran los rasgos adaptativos (reproducción) en aquellos ambientes más pobres en cuanto a cantidad de alimento disponible y rigurosidad climática. Las razas de menor porte y mayor habilidad para acumular reservas corporales en períodos favorables, serán las más apropiadas pues son capaces de superar las crisis ambientales ya sea mediante las reservas corporales acumuladas o por sus menores requerimientos de mantenimiento. Por el contrario, las situaciones de producción que ofrecen climas benevolentes, así como condiciones alimenticias no restrictivas, permitirán la explotación de razas de mayor porte (mayores productividades). Si bien las deficiencias de cada raza pueden ser corregidas por medio de selección intra racial, no debe olvidarse que estos procesos son, la mayoría de las veces, a largo plazo. No obstante, el uso de cruzamientos permite mejoras instantáneas en muchas características de interés productivo.

En el Cuadro 3 es presentado un ejemplo que ilustra los resultados posibles de obtener para peso a los 600 días de edad en la progenie de las razas puras (Brahma y Belmont Red) mediante selección [usando toros con DEP (diferencia esperada en la progenie) altas y bajas para dicha característica].

Podemos observar que los pesos de la progenie cruza Brahma x Belmont Red, fue-

**Cuadro 2.** Potencial genético deseable para diferentes características productivas según el ambiente de producción.

Disponibilidad de alimento	Rigor Ambiental	Facilidad de Parto	Prod. de Leche	Tamaño Adulto	Habilidad para acumular reservas
Alta	B A	M a A A	M a A M	M a A B a A	B a M B a A
Baja	B A	M a A A	B a M B	B a M B	A A

A: Alta    M: Media    B: Baja

Fuente: Ponzoni, 1997

**Cuadro 3.** Pesos de la progenie a los 600 días de edad en razas puras y cruza F1 usando padres con DEP altas y bajas.

Raza de la progenie	DEP promedio de los toros (kg)	Peso promedio de la progenie (kg)	Promedio de de la progenie (kg)
<b>Brahman</b>	Alta (+30)	320 ± 4	308
	Baja (+5)	296 ± 4	
Diferencia *	25	24	
<b>Belmont Red</b>	Alta (+25)	309 ± 3	304
	Baja (+10)	299 ± 5	
Diferencia *	15	10	
<b>F1 Br x BR</b>	Alta (+25)	342 ± 6	339
	Baja (+10)	335 ± 7	

\*: (Alta- Baja)

Fuente: Frisch, 1997

ron muy superiores a los obtenidos por los hijos de los toros con DEP altas para esta característica. La superioridad exhibida por los animales cruza fue de valores hasta 31 kg en media (339 vs. 308 kg), y de 22 kg en comparación con la progenie de animales seleccionados con DEP altas (342 vs. 320 kg).

Estos resultados muestran que los pesos obtenidos en la progenie F1 (cruzas)

fueron muy superiores a los máximos posibles de obtener con los toros con DEP altas para esta característica. Estas diferencias son explicadas por la expresión de la heterosis y la complementariedad presentes en los cruzamientos.

### HETEROSIS Y DESEMPEÑO DE LOS CRUZAMIENTOS

La heterosis es el fenómeno contrario a

la depresión por consanguinidad, pudiendo ser definida como el aumento de la media de la progenie cruce en relación a la media de las razas parentales puras, pudiendo ser calculada mediante la ecuación:

$$H = \frac{F1 - [(p1 + p2)/2]}{(p1 + p2)/2} \times 100$$

La base genética de la heterosis radica en el hecho de que diferentes razas son portadoras de alelos distintos para un mismo carácter y posiblemente muchos de ellos en condición homocigota, debido tanto a los procesos de adaptación a las condiciones locales, como a factores aleatorios de cambios en las frecuencias génicas (deriva genética).

Notter (1987), describe la media del desempeño esperado en las poblaciones cruce en términos de la contribución de una serie de combinaciones genéticas entre las razas paterna y materna. Un individuo cruzado, por tanto, portará:

a) media de la contribución aditiva de los genes nucleares recibidos de cada padre ( $g^i$ ), también llamado **efecto genético aditivo** de cada raza;

b) efectos directos de la heterosis ( $h^i$ ) atribuidos al aumento de la heterocigosis en el individuo cruzado;

c) efectos directos de la recombinación ( $r^i$ ) atribuida a la formación de nuevas combinaciones epistáticas en la progenie de individuos cruzados;

d) media de los efectos maternos de la madre pura o cruzada, en la expresión de la característica de la progenie que pueden incluir contribuciones aditivas de los genes del núcleo ( $g^m$ ), efectos heteróticos maternos ( $h^m$ ) resultantes de la heterocigosis de la madre, efectos de la recombinación en la madre ( $r^m$ ), media de los efectos mitocondriales de la madre ( $m^i$ ) y media de los efectos de los genes ligados al sexo encontrados en el cromosoma X; y

e) media de los efectos paternos de los padres puros o cruzados, en la expresión de la característica de la progenie, que pueden incluir contribuciones aditivas de los genes nucleares ( $g^p$ ), efectos de la heterosis paterna ( $h^p$ ), efectos de la recombinación en el padre ( $r^p$ ) y la media de los efectos de los genes restringidos al sexo, encontrados en el cromosoma Y.

Como puede observarse, el desempeño de los animales cruce depende de los efectos aditivos y heteróticos, y su superioridad en relación a una de las razas puras depende, además, de la utilización de los mejores individuos en ambas razas.

La magnitud de la heterosis es directamente proporcional al grado de heterocigosis y por lo tanto cabe esperar que sea mayor cuanto más se diferencien las razas parentales.

Existen diferentes formas de explotar la heterosis individual y materna, en los llamados sistemas de cruzamientos. Conforme explicado por Bertram (2002), existen cinco esquemas disponibles para ser aplicados a nivel productivo: a) Dos razas; b) Retrocruzamiento; c) Tres razas; d) Rotativo; y d) Compuesto.

**a) Dos razas:** En este sistema son cruzadas dos razas puras (A y B) produciendo una progenie denominada F1 (Figura 1), la cual es usualmente vendida para faena o para otros sistemas de producción especializados en el engorde de los animales. La mayoría de las veces es implementado en ambientes en donde las hembras de una raza pura se encuentran adaptadas, pudiendo ser cruzadas con toros de otra raza, resultando en progenies con heterosis para características de crecimiento, carcasa, conversión alimenticia, eficiencia, entre otras.

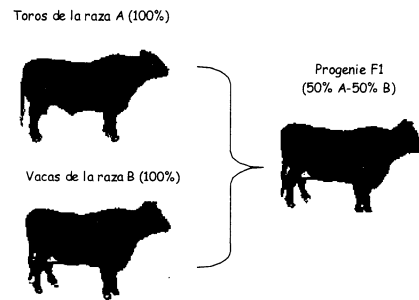


Figura 1. Cruzamiento entre dos razas puras (A y B): progenie F1 (50% A - 50% B).

**b) Retrocruzamiento:** En este tipo de cruces todos los machos producidos en la F1 son vendidos para faena, mientras que las hembras (F1) son apareadas con toros de una de las dos razas paternas (A o B), siendo vendidos todos los productos de la F2. Este sistema de cruzamiento (Figura 2)

permite la explotación del 100% de la heterosis en características maternas tales como fertilidad, producción de leche o habilidad materna, así como la mitad de la heterosis posible para caracteres ligados al crecimiento de los animales.

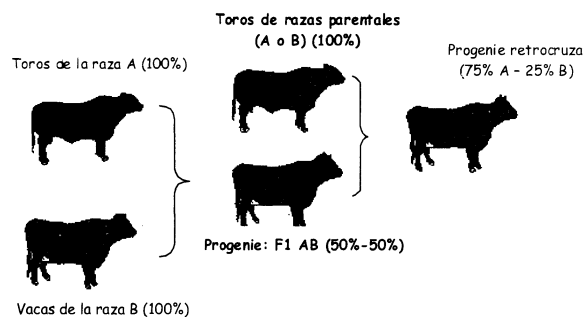


Figura 2. Retrocruzamiento: cruce de hembras F1 con toros puros pertenecientes a una de las dos razas parentales.

**c) Tres razas:** Este sistema requiere el uso de tres razas diferentes (Figura 3). Al igual que en los retrocruzamientos, todos los machos F1 producidos son vendidos. Las hembras F1 son cruzadas con toros de una tercera raza, siendo vendida toda progenie producida. Este sistema presenta como principal ventaja la explotación de heterosis individual y materna, así como el uso de la complementariedad. Una aplicación de este esquema puede darse en casos en que la primera cruce entre dos razas (F1) es usada para explotar la heterosis materna y la adaptación a un medio ambiente dado,

y donde la introducción de una tercera raza (terminal) produce animales con mayores potenciales de crecimiento y rendimientos carniceros.

**d) Cruzamientos rotativos:** Estos sistemas normalmente se refieren a una secuencia de razas en donde machos de una o dos razas son usados para entorar hembras cruce (Figura 4). Las razas intervinientes en el sistema se van alternando de acuerdo con la composición genética de los vientres de cría. Este tipo de cruzamientos permite regenerar la heterosis producida generación tras generación, la que se estabiliza en alre-

dedor de 66% de la obtenida en la F1 si el cruzamiento involucra dos razas, o 82% cuando incluye tres. Con este tipo de manejo es posible explotar el vigor híbrido tanto para característica maternas como de crecimiento. Sin embargo, es de destacar que a medida que se incorporan más razas, este sistema gana más en complejidad que en beneficios, debido a medidas de manejo específicas que deberán ser realizadas, especialmente en las épocas de entore.

#### e) Razas sintéticas o compuestas:

La formación de razas compuestas resulta de los cruzamientos entre dos o más razas (Figura 5). Para la formación de estos productos existen varios caminos a seguir, dependiendo del objetivo de producción buscado. Según Gregory y Cundiff (1997), una serie de factores favorecen el uso de estos compuestos, entre ellos la simplicidad de procedimientos que deben ser realizados para obtener niveles altos y estables de heterosis y complementariedad entre razas, así como la posibilidad de mantener composiciones genéticas óptimas especialmente para características de producción y carcasa. Desde el punto de vista práctico, el uso de estas razas ofrece facilidad debido al mantenimiento de un rodeo solo, a diferencia de los otros sistemas presentados. En ambientes tropicales esta técnica está siendo cada vez más implementada por el hecho de combinar características de adaptación en las hembras con potenciales de crecimiento y carcasa en los machos, como el caso de las razas Canchim (creada por la EMBRAPA- Brasil) y Montana, de reciente creación en el mismo país por la empresa Agropecuaria CFM Ltda.

Más detalles sobre la formación de las razas compuestas pueden ser encontrados en un artículo publicado por Espasandín y Teixeira (2003).

#### CONSIDERACIONES FINALES

Como es sabido, no existe una raza superior para la producción de carne bovina, y sí razas más adaptadas para producir con mayor eficiencia en los diferentes sistemas o ambientes de producción.

Los cruzamientos entre razas bovinas de diferentes aptitudes productivas aparecen como una alternativa interesante para lograr en cortos plazos mayores productividades por causa de las combinaciones genéticas obtenidas.

Existen varios métodos para combinar, a través de cruzamientos, los diferentes recursos genéticos disponibles, los que difieren, entre otras características, en las proporciones de heterosis individual y materna alcanzadas.

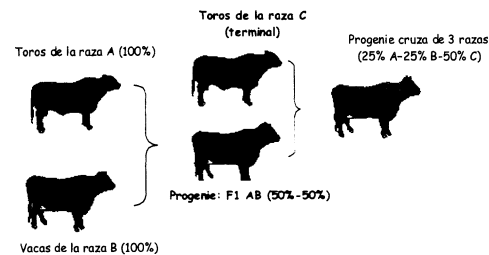


Figura 3. Cruzamiento entre 3 razas: Hembras F1 (dos razas) son cruzadas con machos de una tercera raza (terminal).

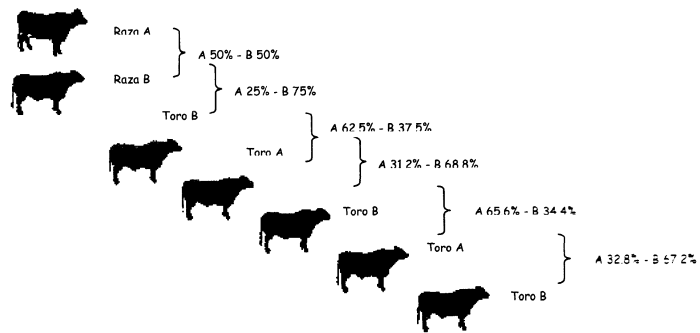


Figura 4. Sistema de cruzamientos rotativos (o alternados) entre dos razas

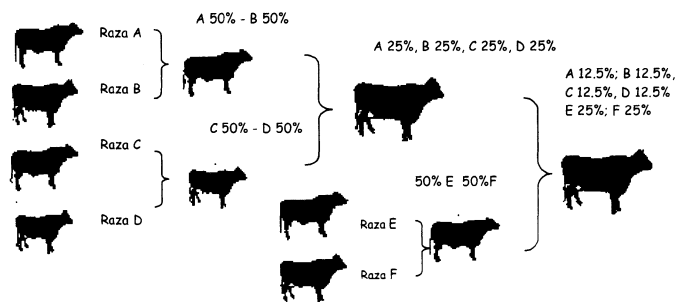


Figura 5. Formación de razas compuestas o sintéticas, usando 6 razas.

A la hora de planificar un sistema de cruzamientos, deberá tenerse en cuenta que la expresión del vigor híbrido presenta alta dependencia con el ambiente de producción en el que los animales son criados.

Para obtener altas respuestas en desempeño animal mediante el uso de cruzamientos, se torna indispensable el mantenimiento de mejoramiento genético dentro de las razas puras: selección. □

#### BIBLIOGRAFÍA

- BERTRAM, J., 2002. Cross Breeding Systems for Beef Cattle. Breeding for Profit. Queensland Beef Industry Institute. Queensland, Australia. <http://dpi.qld.gov.au/beef.2243.htm>.
- ESPASANDIN, A.C., TEIXEIRA, R.A., 2003. Alguns Aspectos sobre a Utilização de Novas Raças (Sintéticas ou Compostos). <http://www.beefpoint.com.br> (radares técnicos - melhoramento genético).
- FRISCH, J.E., 1997. Cómo criar productivamente ganado de carne en el sub-trópico. V Congreso Internacional de Transferencia Tecnológica Agropecuaria CEA '97. Mariano Roque Alonso, Paraguay. p. 137-162.
- GREGORY, K. y CUNDIFF, L.V., 1997. El uso de la heterosis y la complementación entre las razas para mejorar la eficiencia de producción de carne. V Congreso Internacional de Transferencia Tecnológica Agropecuaria CEA '97. Mariano Roque Alonso, Paraguay. p. 27-45.
- NOTTER, D.R., 1987. The crossbred sire: theory. Journal of Animal Science, 65(1): 99-109.
- PONZONI, R., 1997. Genotipo y ambiente: ¿cuál es la combinación adecuada?. Rev. Arg. Prod. Anim. 17(2).