

FORMACIÓN DE RAZAS SINTÉTICAS Y RETENCIÓN DE HETEROSIS

Sanders, James O. 1989. Braford, 6(16):29-32.
www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [razas bovinas](#)

INTRODUCCIÓN

La formación de una raza sintética es el desarrollo de una nueva raza a partir de animales cruce fundacionales. El cruzamiento inicial de dos o más razas produce animales que: 1) mezclan las características de las razas parentales y 2) tienen niveles de producción más altos que el promedio de las razas parentales, lo que se llama vigor híbrido. Las nuevas razas que se desarrollan a partir de animales de cruce, tienen las mismas características generales que las poblaciones cruce originales; ellas pueden también retener algo del vigor híbrido de las cruces originales.

Muchas de nuestras razas existentes fueron originalmente desarrolladas a partir de cruces entre razas o tipos anteriores. Esta más temprana formación de raza tenía el objetivo de combinar las características de las razas parentales, pero no se intentaba directamente retener el valor híbrido. En realidad, se intentaba muchas veces "fijar" características en la nueva raza, mediante consanguinidad deliberada. La consanguinidad resulta en niveles de producción más bajos (depresión consanguínea) y puede resultar en la pérdida de algo o todo el vigor híbrido que de otra manera se retendría en la raza sintética; altos niveles de consanguinidad pueden causar a los animales de la nueva raza, que tengan aún más bajos niveles de producción que el promedio de las razas parentales.

Se asume con frecuencia que la cantidad de vigor híbrido retenido en una raza sintética es proporcional a la fracción de loci que permanecen heterocigotas en esa raza. Aunque los resultados experimentales con ganado de carne son limitados, son consistentes con esta afirmación. Si se evitara completamente la consanguinidad, la reducción de heterocigocidad en las razas sintéticas, ocurriría toda en la primera generación de apartamientos entre razas sintéticas.

Para un par dado de razas parentales, la media sangre sintética retendría la más alta proporción de loci heterocigotas. Razas desarrolladas a partir de una generación fundacional tres octavos/cinco octavos, retendrían casi tanta (15/16) heterocigosidad como la "media sangre" sintética. Razas desarrolladas a partir de una fundación un cuarto/tres cuartos retendría tanto como 3/4 de la heterocigosidad de la "media sangre" sintética.

Razas sintéticas desarrolladas a partir de una generación fundacional cruce de tres o más razas pueden, teóricamente retener más heterocigosidad que sintéticas de dos razas. Sin embargo, la mayor diferencia genética entre razas *Bos indicus* y *Bos taurus* comparada con las diferencias entre pares de razas dentro de cada grupo, limita mucho la cantidad en que la heterocigosidad puede ser incrementada sobre la de una raza sintética de "media sangre" *Bos indicus* - *Bos taurus*.

Las pérdidas de vigor híbrido debido a consanguinidad dentro de las razas sintéticas pueden ser minimizadas por: 1) mantener un adecuado tamaño efectivo de la raza y 2) permitir una estructura racial abierta que permite a muchos animales de primera generación entrar en la raza.

Las dos razones que justifican la formación de razas sintéticas son: 1) la combinación de las características de las razas que le dan origen y 2) la utilización y mantenimiento de alguna porción del vigor híbrido que se logró en el primer cruzamiento de estas razas originarias (ver cuadro n° 1).

Cuadro n° 1

Razones que justifican la formación de razas sintéticas
1.- Para combinar las características de las razas originales.
2.- Para utilizar vigor híbrido en la nueva raza.

Para analizar los factores que afectan la proporción de vigor híbrido que se retiene en las razas sintéticas, se deben considerar los cinco aspectos que están listados en el cuadro N° 2.

Como aclaración de lo que es la retención básica esperable del vigor híbrido en una raza sintética 'obtenida del cruzamiento de dos razas, se puede observar el cuadro N° 3 donde ambas razas están indicadas con las letras A y B. El ternero que se obtiene en la primera generación (F1) tiene 100% de vigor híbrido. Cuando se hace el cruzamiento de dos F1, entre sí, o sea el toro y la vaca ambos de primera generación, esa madre expresa 100% de vigor híbrido porque es media-sangre y el ternero como es producto de dos animales cruce, pierde por recombinación genética aproximadamente la mitad del vigor híbrido que tenía el de primera generación.

Cuadro n° 2

Factores que afectan la cantidad de vigor híbrido retenido en razas sintéticas	
1.	El nivel de vigor híbrido obtenido al cruzar las razas originales.
2.	El número de razas utilizadas para los cruzamientos iniciales.
3.	La fracción genética representada por las diferentes razas que las integran.
4.	El éxito que se obtenga en evitar la consanguinidad en las razas sintéticas.
5.	El éxito que se obtenga en evitar la lección intensa por caracteres de identificación racial, especialmente en las primeras generaciones.

Al cruzar F2 por F2 y obtener un F3, (tercera generación de cruzamiento en una sintética), la vaca no es de primera cruce sino que es un producto de cruzamiento de dos cruces entre sí, y por recombinación genética también perdió la mitad de su vigor híbrido. El nivel de retención de este último dependerá de que no haya habido ningún tipo de consanguinidad.

Cuadro n° 3

Vigor híbrido			
Sistemas		madre	ternero
A x B	F1	0	100
F1 x F1	F2	100	50
F2 x F2	F3	50	50
F3 x F3	F4	50	50
Fn x Fn	Fn + 1	50	50

FACTORES QUE AFECTAN LA CANTIDAD DE VIGOR HÍBRIDO RETENIDO EN LAS RAZAS SINTÉTICAS

Como primer punto hay que considerar que ese nivel depende del vigor híbrido que se genera entre las razas originarias. Existen diferencias entre el valor logrado cruzando *Bos indicus* con *Bos taurus* en comparación de *Bos taurus* entre sí.

El segundo aspecto que afecta la retención, es el referente al número de razas que originariamente la integran. Hay fórmulas matemáticas que muestran que, en términos generales, a mayor cantidad de razas, mayor retención, si todas las razas contribuyen en la misma manera al vigor híbrido.

Una sintética basada en dos razas retiene el 50% del vigor híbrido, en cambio otra de tres razas, retiene $2/3$ y una de cuatro razas, aproximadamente las $3/4$ del vigor híbrido inicial.

Aquí se debe hacer una consideración muy importante. En la práctica se sabe que hay razas que producen más vigor híbrido que otras, de manera que puede ocurrir que una sintética basada en dos razas, donde uno de los componentes es Cebú y otro una raza Británica o Europea, puede tener más vigor híbrido que otra que tenga cuatro razas, las cuales sean todas muy parecidas entre sí. Esto implica que si bien en la teoría las fórmulas dicen que las sintéticas entre cuatro razas retienen más vigor híbrido, puede ocurrir en la práctica que otras de dos razas las superen.

También es importante la fracción de material genético de las razas originarias que integran la raza sintética. En general, a igual proporción de las distintas razas, se obtiene mayor vigor híbrido que con proporciones desiguales, simplemente porque hay mayor contraste genético.

El cuarto punto que influye, es la absoluta necesidad de evitar la consanguinidad en la nueva raza sintética. Esa práctica puede superar suficiente depresión en su productividad tal que llegara a producir menos aún que las razas puras que le dieron origen.

El último factor consiste en evitar la selección muy intensa por caracteres de identificación racial durante las primeras generaciones de las razas sintéticas. Esto es porque en una búsqueda muy intensa de dichos caracteres, puede ocurrir que al fijar por selección intensa (por ejemplo el color, característica poll u otro aspecto), esos cromosomas, donde se fijan las características de identificación racial, también posean otros genes que tienen que ver con la producción de la raza. Por lo tanto al producirse una fijación, se puede llegar a perder la variabilidad genética en esos cromosomas y eso puede contribuir a una reducción en el vigor híbrido inicialmente obtenido.

De manera que la recomendación es no extremar la selección por características de identificación racial en las primeras generaciones. En las sucesivas, por el proceso de "crossing over", los genes de producción ligados a aquellos que definen la caracterización racial, se van a separar, y el proceso de recombinación va a permitir que

se puede dar más uniformidad a la identificación de la raza, sin provocar necesariamente pérdida de heterocigosis en las características de producción.

EL PROBLEMA DE LA CONSANGUINIDAD

Para discutir este tema en las razas sintéticas, es necesario primero analizar el caso de una raza donde la población está completamente cerrada. Como por ejemplo de esto se tiene un caso en que se toman 100 toros de una raza Británica y 1000 vacas Cebú. Luego de realizar los primeros cruzamientos se cierra el rodeo y nadie más, que no proceda de esta población inicial, puede entrar en la raza. Después de un número de generaciones se empieza a generar un parentesco entre todos los animales de la raza. Esto lleva a aumentar en algún nivel, la consanguinidad. Es lo que se llama consanguinidad adquirida, no necesariamente deseada, como consecuencia del emparentamiento de una población que está cerrada.

El nivel de aumento de la consanguinidad como consecuencia del proceso de emparentamiento de los integrantes de una raza sintética cerrada, está definido por una fórmula. En ella, el aumento de la consanguinidad está en función del número de padres que se utilizan en un momento dado (primera parte de la fórmula) y la cantidad de heterocigosis remanente que va quedando en la población. Estos dos factores son los que definen la velocidad o lentitud con la cual esa población va adquiriendo esa consanguinidad no deseada.

Esta ecuación asume que todos los toros de la nueva raza sintética se utilizan en una misma proporción. Pero en la realidad se sabe que esto no es cierto, por razones de que a algún criador le gusta más un toro que otro, y siempre hay animales que dejan más descendencia. Esto contribuye a un mayor emparentamiento, o más rápido, de la población del que surgiría por aplicación estricta de la fórmula. En los hechos ocurre que en las poblaciones totalmente cerradas, la consanguinidad aumenta en el orden de 0,5 a 1% por generación.

Se vuelve a insistir que esto ocurre en poblaciones totalmente cerradas donde no entran más animales que los que integran la cruce original. En la Argentina las poblaciones no son completamente cerradas y siguen manteniendo permanentes introducciones de animales de las distintas razas.

Algunas razas sintéticas permiten que por absorción, algunos animales que lleguen a tener 15 a 16 avos de la nueva raza, sean aceptados en el libro de registro. Pero esto tiene muy poco efecto en cuanto a mantener o evitar el aumento de la consanguinidad. Es decir que aunque se admitan animales nuevos de la raza por absorción, (con cuatro generaciones de absorción) no va a cambiar demasiado que una población cerrada aumente entre el 0,5 a 1% por generación.

En aquellos grupos raciales sintéticos donde los registros no están cerrados o donde por lo menos se permite que en cada generación intervenga un nuevo toro no relacionado (F1) dentro de la población, y este es utilizado en forma moderada, los problemas de consanguinidad adquirida son evitados.

VIGOR HÍBRIDO RETENIDO EN DIFERENTES RAZAS SINTÉTICAS

En el cuadro N° 5 se muestra el nivel de vigor híbrido que tendrían diferentes poblaciones sintéticas con fracciones variables de *Bos taurus* y *Bos indicus*. Es necesario aclarar que se parte de la hipótesis generalizada que el vigor híbrido que se retiene está en proporción directa con el nivel de heterocigosis. Es decir que está generado, fundamentalmente por acciones de dominancia en cada, par de genes. No se puede dejar de mencionar que si el vigor híbrido obtenido en el primer cruzamiento, también estuviere provocado parcialmente por interacción de genes que no pertenecen al mismo locus, la porción de ese vigor híbrido atribuible a tal interacción (epístasis) se perdería por otros mecanismos, con lo que la retención de vigor híbrido sería menor que la de heterocigosis. (50% en el caso de dos razas). Sin embargo, en términos prácticos se comprobó que el vigor híbrido que se produce como consecuencia de la acción de epístasis también se retiene en el orden de un 50% en una población sintética.

Como consecuencia de trabajos de hibridación de maíz, se notó en las poblaciones F2 de algunos tipos, que la pérdida de heterosis era mayor que el 50% hipotético y allí comenzaron las dudas sobre si las razas sintéticas retendrían ese 50% teórico.

CUADRO N° 5**Vigor híbrido retenido en diferentes razas sintéticas**

Combinación y genética	Vigor híbrido retenido %
$\frac{1}{2} E_1 \frac{1}{2} C_1$	50
$\frac{5}{8} E_1 \frac{3}{8} C_1$	47
$\frac{3}{4} E_1 \frac{1}{4} C_1$	37,5
$\frac{5}{8} E_1 \frac{3}{16} C_1 \frac{3}{16} C_2$	50,4
$\frac{1}{2} E_1 \frac{1}{4} C_1 \frac{1}{4} C_2$	56,25
$\frac{1}{4} E_1 \frac{1}{4} C_1 \frac{1}{4} E_2 \frac{1}{4} C_2$	62,5
$\frac{1}{4} E_1 \frac{1}{4} E_2 \frac{1}{4} E_3 \frac{1}{4} C_2$	56,25
$\frac{1}{4} E_1 \frac{1}{4} E_2 \frac{1}{8} E_3 \frac{3}{8} C_1$	59,4

E = Raza Europea
C = Raza Cebuina

Sobre el particular, los ensayos que se han hecho en los EE.UU. últimamente con distintas poblaciones sintéticas, después de avances de cuatro generaciones, muestran que en los hechos los mecanismos de retención de vigor híbrido, funcionan en relación al modelo de dominancia y que en términos generales las poblaciones sintéticas están reteniendo los niveles teóricos estimados, basados en los cálculos de heterocigosis remanente, y a veces algo más que esos valores teóricos. Los niveles de retención están basados en el cruzamiento de dos razas. En la medida que intervienen más razas en la formación de una sintética, la expectativa de retención de vigor híbrido es mayor que estos niveles.

Al observar dicho cuadro se puede ver en primer término que una población sintética basada en dos razas utilizadas por mitad, retiene el 50 % del vigor híbrido, inicialmente logrado en la primera generación.

Cuando se cambian las proporciones de 1/2 a 5/8 de raza Europea y 3/8 de Cebú la retención de vigor híbrido es de 47 en lugar de 50 % debido al menor contraste genético en los animales.

En tercer término se ve el caso de una raza sintética en la que una de las dos razas tiene 3/4 de la composición genética y la otra 1/4. En este caso hay menor retención de vigor híbrido por menor contraste genético aún. La cifra baja al 37,5 % o a 3/8 de lo que originariamente se obtuvo en la primera generación de cruzamiento.

En contraposición a esto, una población sintética aun manteniendo la proporción 1/4 Bos indicus y 3/4 Bos taurus, al repartir entre tres razas distintas la fracción Bos taurus (ej. 1/4 Charolais, 1/4 Hereford, 1/4 Angus) retiene 56,25 % de vigor híbrido en comparación con el 37,5 % que exhibe el caso anterior, evidenciando las ventajas de incorporar un mayor número de razas en la población sintética.

CONCLUSIONES

Se pueden utilizar distintas fracciones y distintas combinaciones entre el Cebú y entre las razas Europeas, con proporciones variables de retención de vigor híbrido. Sin embargo, en la formación de razas sintéticas, las que más han perdurado en el tiempo, son aquellas que están basadas en combinaciones entre las razas Cebú y las Europeas.

Estas razas sintéticas se han difundido bastante en los EE.UU., no tanto debido al vigor híbrido sino fundamentalmente a la combinación útil de caracteres del Cebú con las razas Europeas. Pero a pesar de esto se debe hacer un esfuerzo para mantener la mayor tasa de vigor híbrido posible, agregando el factor "mayor producción".

Volver a: [razas bovinas](#)