

USO DEL CRUZAMIENTO ENTRE RAZAS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN ANIMALES. III. HETEROSIS EN VARIABLES DE IMPORTANCIA EN LA ETAPA DESTETE BENEFICIO Y EN MEDIDAS DE MÉRITO DE LA CANAL Y DE LA CARNE DEL BOVINO.

Ings. Agrs. Juan Carlos Magofke S. y Ximena García F.

Introducción.

En Chile el uso de los cruzamientos en la producción de carne es escasamente usado. En otros países como en Estados Unidos, por ejemplo, sobre el 80% de los bovinos de carne que se benefician son mestizos. Parece interesante, en consecuencia, analizar las causas que contribuyen a explicar este hecho.

Una de las razones parece obedecer a la creencia de que el vigor híbrido produciría incrementos en la producción sin aumentar los costos. Un mestizo aumenta más rápido de peso hasta el destete, porque por su mayor apetito, consume más leche de su madre. La producción láctea de una hembra reproductora depende, no sólo de su potencial, sino que además de la leche extraída por la cría. El aumento en la succión produce, por lo tanto, un incremento en los requerimientos. Si éstos no son satisfechos adecuadamente puede producirse una importante reducción en los índices reproductivos. Este efecto es especialmente importante en las hembras primerizas, las que, además de producir más leche, deben terminar su desarrollo, por lo tanto, este grupo de hembras será el que más se afecte al incrementarse la producción láctea. Este fenómeno se encuentra claramente descrito en diferentes investigaciones.

Otra causa que decepciona a los agricultores son los resultados, que a veces, se obtienen con los F_1 . Al respecto debe recordarse lo indicado por Magofke y García (2001a) quienes señalan que un ternero mestizo hijo de madre pura, sólo se ve beneficiado por la heterosis individual y, por consiguiente, en el mejor de los casos, se estaría perdiendo un 50% del máximo posible, ya que la heterosis materna es muy importante en el comportamiento predestete.

También contribuye al pesimismo la costumbre de evaluar los resultados en función de sólo una variable, la que por lo general, es aquella más fácil de percibir sin llevar registros metódicos.

Todas las causales mencionadas explican, sin embargo, sólo parte de la problemática. En general la contribución de la heterosis es mayor en sistemas de producción con restricciones de tipo ambiental, no obstante, el crecimiento es una importante excepción. En Estados Unidos los sistemas de cría posdestete en vacunos son, por lo general intensivos, lográndose novillos aptos para el beneficio antes de los 24 meses. En Chile, en cambio, son frecuentes las engordas que logran animales de término con más de dos años y en muchas ocasiones con más de tres. Esta diferencia en el

manejo puede disminuir la ventaja obtenida al destete con los mestizos y, dependiendo de la longitud de la etapa destete-beneficio, perderse completamente.

El objetivo del artículo es entregar antecedentes sobre la magnitud de las heterosis individual y materna en caracteres relacionados con la productividad durante la recría y engorda y sobre medidas de calidad en la canal y en la carne bovina.

Magnitud de la heterosis en medidas de peso vivo y de eficiencia de conversión posdestete.

En el Cuadro 1 se resume la información de la literatura en medidas de crecimiento y de eficiencia de conversión. A continuación se analiza cada una de ellas.

CUADRO 1. Valor porcentual promedio de la heterosis individual y materna en características de peso vivo e incremento de peso en bovinos de carne.

Carácter	Heterosis (%)					
	Individual			Materna		
	N	Promedio	Mediana ¹	N	Promedio	Mediana
Peso al año (machos)	7	6,2	5,9	2	3,5	
Peso al año (hembras)	7	8,2	8,6	1	1,4	
Altura al año	7	2,6	2,7			
Δ de peso posdestete (machos)	13	5,3	4,7	5	-1,0	-1,2
Δ de peso posdestete (hembras)	10	6,3	5,9	2	-1,0	
Peso después del año (macho)	11	5,0	4,1	3	1,5	
Peso después del año (hembra)	9	6,1	5,8	2	1,8	
Altura después del año	4	2,4				
Cond. Corp. desp. del año	1	0,2				
Δ de peso en la vida (Vaquilla)	2	5,1				
Δ de peso en la vida (Novillo)	2	4,0				
Δ de peso nac.-canal (Vaquilla)	3	3,9				
Δ de peso nac.-canal (Novillo)	2	4,7		1	4,4	
Consumo de TND	1	2,4		1	4,8	
Eficiencia de conversión	4	-2,0		1	5,7	

N = Estimaciones hechas en diferentes estudios.

1 = Mediana calculada sólo para características con más de nueve estimaciones para la heterosis individual y cinco o más para la heterosis materna.

Las estimaciones de heterosis para ganancia diaria de peso posdestete, en los diferentes estudios, varían de acuerdo al sexo y al manejo dado a los animales. En general las hembras han demostrado exteriorizar mayor vigor híbrido individual que los machos y las engordas cortas han logrado mayor heterosis que las de mayor longitud.

Este tema es importante y tiene especial relevancia en el manejo durante la engorda. Todos los trabajos publicados en Estados Unidos consultan sistemas intensivos y edades al beneficio mucho menores a los comunmente observados en Chile. Es interesante analizar, no obstante, los sistemas probados, ya que ello permite extrapolar de alguna manera lo que ocurriría en engordas de larga duración.

En Nebraska, en el ensayo de cruzamientos entre Hereford y Angus mencionado por Magofke y García (2001a), los autores obtuvieron valores de heterosis individual para ganancia de peso posdestete de 9,6% en el grupo de animales alimentados a corral inmediatamente posterior al destete. Esta alcanzó sólo 3,7% en promedio, para el grupo de novillos que durante el invierno recibieron alimentos toscos, luego alimentación de primavera en base a pradera y sólo finalmente alimentación a corral. En estas tres etapas la magnitud del vigor híbrido fue de 1,8; 6,1 y 3,2% respectivamente.

En Ohio el cruzamiento entre Hereford y Charolais mostró la misma tendencia indicada en los resultados anteriores. No se observó heterosis individual para incremento diario de peso para el grupo de animales que no recibió *creep-feeding* antes del destete, y que fueron invernados a base de alimentos toscos, para luego hacer uso de pradera, antes de ser terminados a corral. La heterosis exhibida por los terneros contemporáneos en que se utilizó *creep-feeding* y que inmediatamente recibieron alimentación rica en energía, mostraron en cambio, una heterosis de 6,0%.

En el proyecto de Missouri, se comparó vaquillas en dos sistemas de engorda a corral, que los autores denominaron como corto y largo. En el sistema corto la duración promedio de la engorda fue, durante tres años de 190 días, con pesos de beneficio de 366 kg. El sistema largo tuvo una duración promedio de 260 días, con pesos de término de 430 kg. La heterosis individual para incrementos de peso en las engordas cortas y largas fue de 4,8 y 0,0% respectivamente. En el mismo proyecto se trabajó con novillos durante dos años. Después del destete (212 días) los animales pastorearon durante 134 días el primer año y 189 días el segundo. Después del período de pastoreo, los animales fueron divididos en 2 grupos recibiendo alimentación a corral. Un grupo durante 196 días y el segundo durante 266. La heterosis individual para incrementos posdestete en la alimentación corta fue de 7,1% y para la alimentación larga de sólo 2,8%.

En Texas los autores obtuvieron, en vaquillas, una heterosis individual para incremento de peso diario en aquellas alimentadas a corral y pradera de 12,9 y 6,1%

respectivamente. En este mismo proyecto, al comparar similares sistemas de manejo, también con vaquillas, se obtuvo una heterosis individual para peso a la pubertad de 16,2 y 4,8% en el mismo orden.

La heterosis materna fue analizada por Olson *et al.* (1978b) para incremento de peso diario tanto en novillos como en vaquillas a partir de los 200 días. En este caso las razas usadas fueron Angus, Shorthorn y Hereford. En ambos casos el período de engorda fue de 252 días. En el período total la heterosis materna observada en novillos y vaquillas fue de -1,7 y -1,3% respectivamente. Al analizarse los resultados de la engorda en sus distintas etapas, se observó en novillos, que los incrementos de peso diario mostraron porcentajes de heterosis materna entre los 200 - 284; 284 - 368 y 368 - 452 días de 0,5; -0,8 y -4,6% respectivamente. Es decir la heterosis materna fue haciéndose más negativa en la medida que los animales tenían mayor edad.

Los resultados indicados permiten concluir que la heterosis individual para ganancia posdestete es mayor con altas tasas de crecimiento y que ésta tiende a disminuir con la edad. La heterosis materna, en cambio, es negativa incrementándose con la edad.

Los valores más bajos de eficiencia de conversión de alimento a carne son favorables. Las heterosis individual y materna, en promedio, fueron de 2,0 y 5,7%. Estas cifras dicen poco, no obstante, en relación al comportamiento de este carácter. Esto, a pesar de que la variación entre las distintas estimaciones, han sido bastante bajas en los diferentes estudios consultados.

Los requerimientos de alimento por unidad de ganancia de peso han sido distintos según el criterio de medición usado (edad - peso - contenido grasa), y el manejo dado a los animales, además de otros factores. Es interesante, por lo tanto, desarrollar el tema con una mayor amplitud.

En el proyecto de Nebraska, Olson *et al.* (1978a,b) hicieron un interesante análisis de la evolución de la heterosis individual y materna, según la etapa de la engorda y el sistema de manejo usado.

Al medir eficiencia de conversión en un período de tiempo constante, Olson *et al.* (1978a) obtuvieron novillos mestizos 2,6% más pesados que los puros al inicio de la prueba, con un crecimiento 2,8% mayor durante la engorda (224 días). Los requerimientos de mantención obviamente fueron mayores. En efecto, el consumo de TND aumentó 2,4% durante los 224 días, pero a pesar de esto, los novillos mestizos requirieron 0,8% menos TND/ganancia de peso con respecto a los novillos puros. La ventaja en la tasa de crecimiento, fue suficiente en este caso, para obviar los mayores requerimientos de mantención, en particular durante los primeros 168 días. En el último período (84 días), la magnitud de la heterosis individual fue igual a 0.

Similar estimación hecha en un período entre pesos constantes (226,8 a 408,2 kg), el valor de la heterosis individual fue favorable y levemente superior al caso anterior (-1,6%). Dado que los mestizos crecieron en este caso más rápido (2,8%), se

produjo una disminución en el número de días para ganar los 181,4 kg (200,4 vs 206,1 días = 2,8%), y por tanto, los requerimientos de mantención durante los diferentes intervalos disminuyeron.

Los efectos heteróticos sufrieron, sin embargo, cambios significativos en el transcurso de la engorda. En el intervalo entre 227 - 295 kg, el valor fue favorable (-0,26 kg/kg = -5,1%). En el lapso de pesos 295 a 386 kg cambió a un valor muy cercano a 0, haciéndose posteriormente desfavorable (.08 kg/kg de TND/ganancia) en el intervalo 386 a 408 kg. En otras palabras, los mestizos crecieron más rápido que los puros, pero más lento al expresarlo en términos de crecimiento relativo en relación a su peso, hasta llegar un momento (último período de la engorda), en que la eficiencia fue inferior a la de los puros. La ausencia de diferencias en la constitución de las canales a pesos constantes, indica que la composición de las ganancias de peso tuvieron, en este caso, muy poca importancia en la estimación hecha.

Smith *et al.* (1976) estimaron una heterosis de 3,8% para incrementos de peso entre intervalos de peso constante y un valor de -2,8% para ganancias entre intervalos de tiempo constantes. Cundiff (1970) en su revisión de literatura concluye que la heterosis individual para eficiencia de conversión entre edades constantes debería considerarse igual a 0.

En relación a la heterosis materna, Olson *et al.* (1978c), la estimaron tanto para consumo de TND como para eficiencia de conversión en un período de tiempo constante (224 días). En este caso el peso inicial de los novillos mestizos triples, hijos de vacas F₁, fue 4,1% mayor que el de los novillos mestizos hijos de vacas puras. El mayor consumo de TND de los mestizos triples (4,8%), durante los 224 días de engorda, puede ser explicado, sólo en parte, por los mayores pesos metabólicos. Otros factores que podrían explicar el mayor consumo y las peores eficiencias de conversión para estos animales, podría encontrarse en la ausencia de heterosis materna para ganancia de peso y el mayor contenido graso observado en las canales (0,93% superior).

La heterosis materna para eficiencia se hizo cada vez más desfavorable en la medida que aumentó la edad y el peso vivo durante la engorda. En los primeros 28 días de la prueba, la heterosis materna fue desfavorable (1,8%), aumentando este valor constantemente hasta alcanzar una magnitud de 10,2% en los últimos 28 días. Para el período total, el valor promedio alcanzó una magnitud de 5,7%.

Los mismos autores estimaron la heterosis materna entre pesos constantes. Nuevamente, en este caso, la heterosis materna medida en los mestizos triples fue desfavorable (4,0%), viéndose favorecida la progenie mestiza hija de vacas puras en que no existía vigor híbrido materno. El efecto de la heterosis materna para ganancia de peso en las primeras etapas de la engorda, no fue capaz de obviar los efectos adversos de los incrementos de peso más adiposos de los hijos de las hembras F₁. En este estudio los mayores incrementos de peso predestete provocaron una deposición grasa más temprana durante la engorda.

Magnitud de la heterosis en medidas de mérito de la canal y de la carne.

En el Cuadro 2 se resume la magnitud promedio de la heterosis individual y materna para caracteres relacionados con la calidad de la canal y de la carne. A continuación se discute brevemente cada uno de los parámetros incorporados en el Cuadro 2.

Peso de la canal. La magnitud promedio de la heterosis individual (3,8%) es superior a la materna (1,7%), confirmándose la importancia decreciente, que esta última tiene, después del destete. En hembras las estimaciones fluctuaron entre 0,2 a 6,3% y en machos entre 0,9 y 6,2%.

En el proyecto de Missouri se obtuvo en vaquillas alimentadas a corral y pastoreo una heterosis individual de 8,6 y 3,7% para peso de los cortes de primera, respectivamente. En el mismo orden al estimar la importancia relativa de estos en términos porcentuales en relación al peso total de la canal, el vigor híbrido fue muy cercano a 0 (0,4 y -0,3%).

Rendimiento de la canal. La magnitud de la heterosis individual y materna para este carácter es baja (0,7 y 0,6%). El vigor híbrido individual en las distintas estimaciones fluctuó entre 0 y 0,8% en tanto que el materno lo hizo entre 0,2 y 1,3%.

Composición de la canal. La heterosis individual para el peso de la carne, grasa y hueso en las canales es en promedio positiva y de mayor magnitud que la heterosis de origen materno, mostrando la grasa un valor sustancialmente superior al observado para la carne y los huesos.

CUADRO 2. Valor porcentual promedio de la heterosis individual y materna en características de la canal y calidad de la carne en bovinos.

Carácter	Heterosis (%)					
	Individual			Materna		
	N	Promedio	Mediana ²	N	Promedio	Mediana
Peso de la canal	5	3,8		5	1,7	1,5
Rendimiento canal (%)	6	0,7		4	0,6	
Rendim. Carne magra (%)	5	-0,5		5	0,6	0,5
Grasa en la canal (%)	6	2,5		1	4,4	
Area muscular (cm ²)	15	2,3	2,8	3	0,6	
Espesor graso (cm)	14	6,3	6,0	6	6,0	6,3
KPH (%)	6	4,4		5	2,5	2,9
Veteado	4	8,5		3	3,4	
Grado de la canal	13	1,2		3	1,8	
Dureza (W.B.) ¹	6	-1,9		2	0,4	

N = Número de estimaciones en diferentes estudios.

1.- Método objetivo para medir la dureza de la carne (Warner Bratzler).

2.- La mediana para la heterosis individual fue calculada con nueve o mas estimaciones y la de la heterosis materna con a lo menos cinco.

En el proyecto de Georgia se observan, además, importantes diferencias en la magnitud de la heterosis individual en los diferentes cortes, en especial para la acumulación de grasa. En la nalga, lomo y falda, la heterosis para el peso de la grasa fue de 4,3; 23,1 y 7,8% respectivamente. La diferencia observada es importante y muy probablemente el incremento de grasa total en el lomo mejoró la infiltración de ésta.

Al expresar la importancia de los tejidos en términos relativos, el valor de la heterosis se reduce considerablemente. Para porcentaje de carne magra en la canal, la heterosis individual y materna alcanzó una cifra promedio de -0,5 y -0,6%. Similar estimación para porcentaje de hueso son escasas. En el proyecto de Missouri, se han obtenido valores de -1,6 y -1,3% de heterosis individual y materna respectivamente y en Nebraska una heterosis materna a edades y pesos constantes de -1,3 y -0,2%. La grasa muestra, en cambio, valores positivos. El promedio de las estimaciones de heterosis individual muestra un valor de 2,5%. Similares mediciones de la heterosis materna son escasas. En Nebraska, Olson *et al.* (1978b) obtuvieron a igual edad, una heterosis materna de 8,1% al expresar el contenido graso en unidades de medida y de 4,4% al cuantificarlo en términos porcentuales. A igual peso, en el mismo orden, los valores fueron de 3,6 y 2,7%.

Area muscular. Esta variable indica la superficie que tiene un corte transversal del lomo seccionado a la altura de la décimo segunda vértebra. El promedio de 15 estimaciones da un valor para el vigor híbrido individual de 2,3%, con cifras que fluctúan entre -4,8 y 6,9%. La heterosis materna muestra un valor inferior (0,6%), con un rango entre -1,4 y 2,0%.

Espesor de grasa. Esta variable se mide a la altura de la décimo segunda vértebra. La magnitud de las heterosis individual y materna son similares (6,3 y 6,0%). El rango en que fluctúan estas estimaciones es de -0,3 a 16,7% y de 0 a 10,5% respectivamente.

Grasa interna (*KPH*). La grasa interna (de riñón, pélvica y de corazón) expresada en términos porcentuales muestra un valor promedio de 4,4% para la heterosis individual con un rango de -2,3 y 9,3%. La heterosis materna promedio es inferior (2,5%), variando los valores extremos entre 0 y 6,5%.

Infiltración grasa o marmoreo. Esta variable se evalúa en el corte del lomo seccionado a la altura de la décimo segunda vértebra. La magnitud de la heterosis individual es bastante elevada (8,5%) y superior a la materna (3,4%). En el mismo orden los valores fluctúan entre -1,1 y 10,3% y entre 0 y 5,1%.

Grado de la canal. La infiltración grasa es importante en la determinación del grado de la canal para animales beneficiados a edades similares, según las normas americanas. La heterosis individual muestra un valor promedio de 1,2 y la materna de 2,3%. En las 13 estimaciones de heterosis individual consideradas, las cifras fluctúan entre -2,8 y 3,5% y las de heterosis materna entre 1,3 y 3,5%.

Dureza de la carne. La medición objetiva de la dureza de la carne evaluada por el método Warner Bratzler, da un valor promedio de heterosis individual de -1,9%, con un rango entre 2,0 y -13,7%. La materna (0,4%), con sólo dos estimaciones han sido de 0 y 0,7%.

Comentario final.

1.- Para aprovechar debidamente el beneficio de la heterosis obtenido antes del destete es indispensable efectuar una recría y engorda intensiva. Esto obedece a que la heterosis individual en esta etapa es baja disminuyendo con la edad de los animales y, además, la materna es negativa incrementando su negatividad en la medida que transcurre la engorda.

2.- En ovinos al igual que en bovinos la heterosis materna del crecimiento posdestete es negativa. En esta especie la etapa destete beneficio es mas corta que en bovinos, lo cual representa una ventaja adicional al efecto de la heterosis sobre la prolificidad. Esta afirmación también es válida para caprinos destinados a la producción de carne.

3.- Los agricultores que pretendan usar cruzamientos y no puedan implementar engordas intensivas por razones de tipo económico deberían buscar opciones adecuadas de venta de sus terneros en fechas próximas al destete.

4.- La heterosis en medidas de la canal y de la calidad de la carne son bajas. En términos relativos la heterosis tiene mayor importancia en medidas relacionadas con el crecimiento y el contenido adiposo.

Literatura citada.

CUNDIFF, L.V. 1970. Experimental results on crossbreeding cattle for beef production. J. Anim. Sci. 30: 694 - 705.

MAGOFKE J. C. y GARCÍA, X. 2001a. Uso del cruzamiento entre razas para mejorar la productividad en animales I. Conceptos. Circular de Extensión. (En prensa).

OLSON, L.W., DICKERSON, G.E., CUNDIFF, L.V. and GREGORY, K.E. 1978a. Individual heterosis for postweaning growth efficiency in beef cattle. J. Anim. Sci. 46: 1529 - 1538.

OLSON, L.W., CUNDIFF, L.V., DICKERSON, G.E. and GREGORY, K.E. 1978b. Maternal heterosis effects on postweaning growth efficiency in beef cattle. J. Anim. Sci. 46: 1539 - 1551.

OLSON, L.W., CUNDIFF, L.V. and GREGORY, K.E. 1978c. Maternal heterosis effects on postweaning growth and carcass traits in beef cattle. J. Anim. Sci. 46: 1552 - 1562.

SMITH, G.M., LASTER, D.B., CUNDIFF, L.V. and GREGORY, K.E. 1976. Characterization of biological types of cattle. II. Postweaning growth and feed efficiency of steers. J. Anim. Sci. 43: 37 - 47.