

BAC

MODULO DIGITAL



El documento fuente se encuentra en
La Biblioteca Agropecuaria de Colombia

ELEMENTOS BIBLIOGRAFICOS

AUTOR (ES): Martínez Correal, E.G.

TITULO: Mejoramiento genético y su importancia en la producción
bovina tropical

FUENTE: Instituto Colombiano Agropecuario, Villavicencio (Colombia).
Seminario Nacional de Producción Bovina Tropical, Villavicencio
(Colombia), 1-3 Jul 1992. Memorias. Villavicencio (Colombia), 1992.
p. 119-133

MEJORAMIENTO GENETICO Y SU IMPORTANCIA EN LA PRODUCCION BOVINA TROPICAL

E. Germán Martínez Correal.

INTRODUCCION

El **mejoramiento genético** es la ciencia concerniente con la contribución del tipo o raza a la producción animal. La producción animal es, además, función del ambiente particular del sistema de producción y de las interrelaciones de éste con el animal.

El **mejoramiento genético** provee al productor o mejorador dos herramientas: la **SELECCION** y los **SISTEMAS DE APAREAMIENTO**. El uso adecuado de estas herramientas, y una apropiada elección de las razas más eficientes (léase adaptadas) son los mecanismos más económicos para aumentar la producción ganadera en regiones tropicales.

La **SELECCION** aumenta la producción mediante la utilización de animales "superiores" y los **SISTEMAS DE APAREAMIENTO**, a través del vigor híbrido o heterosis y la correcta combinación de las características más importantes de las razas utilizadas en un plan de cruzamiento, maximizan la producción en un periodo reducido de tiempo. El propósito del presente artículo es revisar brevemente algunos principios básicos de la selección y de los factores genéticos que determinan la superioridad de los híbridos; asimismo hacer algunas consideraciones sobre las

* MV. PhD. Programa de Ganado de Doble Proposito. Centro de Investigaciones La Libertad. ICA. AA. 2011 Villavicencio, Meta.

las ventajas y desventajas, biológicas y prácticas, de diferentes alternativas de sistemas de cruzamientos.

ASPECTOS GENETICOS DE LA HERENCIA

Cualquier rasgo o característica que pueda ser medida en un animal (FENOTIPO) es el producto de fuerzas hereditarias (GENOTIPO) y ambientales. El GENOTIPO es la suma de los rasgos pasados de padres a hijos mediante el efecto ADITIVO de los genes, importante en selección, o puede ser el resultado de nuevas combinaciones de genes en el individuo a través de un efecto NO ADITIVO, responsable de la heterosis o vigor híbrido y por tanto de extrema importancia en cruzamientos. Recordemos que cada individuo recibe la mitad de los genes del padre y la otra mitad de la madre y si ellos no poseen la misma información genética, las combinaciones resultantes serán heterocigotas (heterogéneas) y dicha heterocigosis será proporcional a la heterosis o superioridad del híbrido con respecto al comportamiento promedio de sus padres.

Los efectos ADITIVOS son los que contribuyen a determinar la heredabilidad (h^2) de una característica, definida como la proporción de las diferencias entre individuos que realmente son de origen genético. La h^2 es, por tanto, útil en la determinación del "Valor de cría" o mérito genético de un individuo, y la "Respuesta a la Selección" (RS). La RS es función de la h^2 de la característica y de la diferencia en ^{tra} el comportamiento medio (superioridad) de los individuos seleccionados y del valor medio de la población a la que ellos pertenecen; ésta diferencia es conocida como el "Diferencial de Selección". (DS).

RELACION ENTRE EFECTOS ADITIVOS Y NO ADITIVOS

Se sabe que existe una relación general entre las proporciones relativas de efectos aditivos y no aditivos de varias características de importancia económica en los bovinos. En términos generales, características que obedecen en mayor proporción a efectos aditivos tienen mayor heredabilidad y responden en mayor grado a la selección. Contrariamente, características que obedecen a una alta proporción de efectos no aditivos tienen una baja heredabilidad, responden menos a la selección, pero tienen mayores niveles de heterosis cuando se practican los cruzamientos. El anterior punto se resume así:

HEREDABILIDAD VIGOR HIBRIDO	CARACTERISTICAS DE:		
	BAJA ALTO	MEDIANA MEDIANO	ALTA BAJO
	Fertilidad	Peso destete	Peso adulto
	Sobrevivencia	Habilidad materna	Características de canal
	Resistencia a enfermedades	Ganancia en pastoreo	Ganancia en corral

La regla general para describir lo anterior sería:

REPRODUCCION: Baja heredabilidad y alto vigor híbrido.

PRODUCCION: Heredabilidad y vigor híbridos promedios.

PRODUCTO: Alta heredabilidad y bajo vigor híbrido.

Para maximizar la productividad en muchas características el ganadero debe usar ambos: los efectos aditivos, mediante la selección de los animales superiores y los NO aditivos, a través de cruzamiento sistemático entre ellos para formar nuevas combinaciones favorables de genes e incrementar las características de baja heredabilidad.

PRINCIPIOS GENETICOS DE LA SELECCION

La selección puede ser ejercida por la naturaleza: "Selección natural" o por el hombre Selección artificial. La Selección natural no es otra cosa que la sobrevivencia del más adaptado y la Selección artificial es el proceso por el cual el productor selecciona, escoge o permite que los "mejores" animales sean los padres de la siguiente generación; el efecto primario que se busca es incrementar la producción ganadera.

La base genética del incremento en la producción, a través de la selección, es el aumento de la frecuencia de los genes que controlan la expresión fenotípica de las características de mayor importancia económica. Para que la selección sea efectiva debe existir amplia variación y la característica o rasgo debe ser suficientemente heredable para que el progreso genético sea favorable y en dirección correcta, es decir, que exista RS.

PRINCIPIOS GENETICOS DE CRUZAMIENTOS

Cruzamiento es un sistema de apareamiento que involucra dos o más razas que proveen al productor comercial la oportunidad de incrementar en forma sustancial la producción total por vaca expuesta a toro en el hato. Los cruzamientos incrementan la productividad a través del aumento de los niveles de producción de muchas de las características de importancia económica, debido no solo a la heterosis producida (efectos NO aditivos) sino a la complementariedad (efecto aditivo) de las características más sobresalientes de las razas utilizadas en el cruzamiento. Los efectos NO aditivos contienen las acciones dominantes y epistáticas o interacciones entre genes no alélicos, que son los efectos responsables de la heterosis o vigor híbrido exhibido por

animales cruzados.

Mediante un entendimiento de los principios genéticos que ocasionan el incremento de la producción de los animales cruzados y utilizando las razas más adecuadas (léase adaptadas), los ganaderos estarían en capacidad de desarrollar programas sistemáticos de cruzamientos que les permitirían capitalizar los beneficios de ellos, bajo cada sistema particular de producción.

CARACTERISTICAS DE IMPORTANCIA ECONOMICA

Definir en forma conjunta las características de importancia económica es complejo; sin embargo, para que la industria bovina sea eficiente, el material genético que se produce debe asegurar el incremento de la producción a través del uso de animales con características productivas superiores.

Las principales rasgos que, por su mediana o alta heredabilidad y su alto valor económico, merecen ser consideradas en un programa de selección de Ganado de Carne y Doble Propósito son: peso de destete, habilidad materna, producción de leche, tasas de reproducción, de sobrevivencia y de crecimiento postdestete. En la tabla 1 se presentan algunos valores de h^2 y de heterosis de las características productivas de mayor interés en producción bovina tropical.

Estas características deben diferenciarse de aquellas de poca importancia para el productor comercial. Los defectos anatómicos, como problemas de las extremidades, especialmente en explotaciones extensivas, tienen una gran incidencia en la reproducción y por tanto animales con problemas de locomoción deben ser descartados. Otros problemas congénitos de orden

anatómico usuales son las ubres defectuosas, hernias umbilicales, la criptorquidia, el freemartinismo, etc. En general deben eliminarse para la reproducción todos los animales con problemas congénitos de orden reproductivo y productivo.

TABLA 1. Valores de heredabilidad y heterosis de rasgos productivos en Ganado de Carne. ~~11~~

CARACTERISTICA	h^2	HETEROSIS	
		INDIVIDUAL	MATERNA
REPRODUCCION (%)	0.05	10.0	16.0
SOBREVIVENCIA	---	3.0	3.0
PESO AL NACER	0.25	12.0	7.0
PESO DESTETE	0.30	13.0	7.2
HABILIDAD MATERNA	0.30	---	--
GANANCIA EN PASTOREO	0.28	25.0	2.0
PESO AL AÑO	0.40	16.0	1.5
EFICIENCIA ALIMENTICIA	0.40	---	--
CARACTERISTICA DE LA CANAL	0.45	0.6	--

Long, C. R. (1980); Plasso, D. (1983); Hernández, B. G. (1976); Martínez, C. G. (1987).

Las características reproductivas poseen baja heredabilidad, significa que responden más a la heterosis (Tabla 1) y por tanto son más susceptibles de mejorar a través del uso de híbridos, obtenidos de planes bien orientados de cruzamientos, especialmente con el empleo de razas adaptadas al trópico.

BENEFICIOS DE LOS CRUZAMIENTOS

Los cruzamientos proveen: El uso de los efectos NO aditivos (heterosis), y la optimización de la contribución genética aditiva a través de la complementariedad racial. Con estos mecanismos genéticos se logra, a muy bajos costos, incrementar la

eficiencia de producción y hacer mas deseable el producto final.

Heterosis

Varios experimentos de cruzamiento con razas europeas, efectuados en países de estaciones (2, 3) han demostrado que, por efectos de heterosis de sobrevivencia, crecimiento y tasa de reproducción de terneros y vacas cruzadas, el peso al destete por vaca expuesta puede ser incrementado alrededor del 23 % y que más de la mitad de la ventaja depende del uso de las vacas cruzadas (Tabla 2).

Bajo condiciones tropicales y subtropicales y en algunas regiones de clima templado cruces de Bos indicus x Bos taurus producen aun mayores niveles de heterosis y por tanto mayores niveles de producción por vaca expuesta a toro. En investigaciones llevadas a cabo por el INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA) en programas de cruzamiento entre razas criollas y cebu (Brahman) el porcentaje de mayor producción por vaca expuesta a toro obtenido fué del 30.6 % (Tabla 2).

Los productores avícolas y de muchas plantas como el maiz, arroz, etc, pueden utilizar sistemas estáticos de apareamiento para producir suficientes híbridos para maximisar el uso de la heterosis en la producción comercial. En estas especies el uso de la heterosis puede ser maximizado porque solamente una pequeña proporción de la producción total es requerida para producir reemplazos. Este sistema de uso máximo de la heterosis es más difícil en bovinos debido a la relativa baja tasa reproductiva y al prolongado intervalo entre generaciones. Sinembargo, esto no es obstáculo para el uso de altos niveles de heterosis en la producción comercial de carne, mediante el uso de sistemas de

cruzamientos que restauran niveles significantes de heterosis de una a otra generación. El nivel de heterosis retenida es una consideración muy importante cuando se escoge el sistema de cruzamiento.

Tabla 2. Incremento de la productividad de sistemas de apareamiento: cruzamientos vs. puros.

Sistema de apareamiento	HETEROSIS USADA		Kg ternero/vaca expta. (% sobre puros)	
	Ternero cruz.	Vaca cruz.	*	**
Alternó (A)	67	67	19.9	(14.9)
Rotación (3 razas)	86	86	26.3	(19.2)
Terminal (2 razas)	100	0	12.5	(9.9)
Terminal B (3 razas)	100	100	30.6	(22.4)
Combinación A y B.	83	67	--	(17.4)

* Plasse, D. (1983); Hernandez, B. G. (1976); Martinez C. G. (1987)

** Long, C. R. (1980).

Complementariedad

La complementariedad es provista por el apareamiento de razas en una secuencia específica que maximiza el impacto de las características deseadas y minimiza el de las indeseadas en cada una de las razas utilizadas en el sistema de cruzamiento. La complementariedad es explotada al máximo en sistemas terminales de cruzamiento cuando se utilizan razas de pequeño a mediano tamaño y alta producción de leche con reproductores de razas sobresalientes por rápida tasa de crecimiento y canales magras.

Optimización de los efectos aditivos de las razas.

Existen grandes diferencias entre razas para características de importancia económica en la producción de carne y leche. Ninguna raza posee los máximos y/o los mínimos niveles de comportamiento

considerados como óptimos de las características que afectan la eficiencia de producción, tales como peso al nacer, rendimiento en canal, tasa de crecimiento, tamaño adulto, edad a la pubertad y producción de leche.

Los requerimientos del mercado, el clima, la cantidad y calidad de las fuentes de alimentación disponibles juegan un papel determinante en los óptimos niveles de comportamiento. Las fuentes alimenticias usadas por los hatos de cria y doble propósito, en las distintas regiones del trópico colombiano, varían grandemente; por tanto, para optimizar la tasa reproductiva, el tamaño adulto y el nivel de producción de leche de las razas utilizadas, estos factores deben ser acordes con las condiciones climáticas y los recursos alimenticios disponibles. La reproducción de las vacas de gran tamaño y alto nivel de producción de leche declina si sus altos requerimientos para mantenimiento y producción no son los apropiados.

Animales de gran tamaño y alta producción de leche producen en forma óptima cuando la cantidad y calidad del alimento también lo son.
■. Los hatos de cria y doble propósito deberían estar compuestos en nuestro medio de aquellas razas mejor adaptadas al ambiente alimenticio, de salud y manejo de la finca o sistema de producción.

SISTEMAS ALTERNATIVOS DE CRUZAMIENTOS

Se conocen dos tipos básicos: **ROTACIONAL Y TERMINAL**; pero el criador o genetista pueden elaborar combinaciones que podrían ser innumerables. En el sistema rotacional las hembras cruzadas se usan como reemplazos y se aparean con toros de diferente raza a la del padre de ellas. En el sistema terminal, los toros de una

raza o combinación de razas se aparean con hembras de diferente raza o combinación de razas y toda la progenie resultante, machos y hembras, se vende.

Cruzamientos rotacionales.

Rotación o alterno de dos razas.

Generacion	RAZAS		% HETEROSIS USADA	
	TORO	VACA	Individual	Materna
1	A	B	100	0
2	B	AB	50	100
3	A	B(AB)	75	50
4	B	A((B(AB)))	62	75
n	*		67	67

* Se repite rotacion.

Rotación o alterno de tres razas.

Generacion	RAZAS		% HETEROSIS USADA	
	TORO	VACA	Individual	Materna
1	A	B	100	0
2	C	AB	100	100
3	B	C(AB)	75	100
4	A	B((C(AB)))	87	75
n	*		86	86

* Se repite rotación.

Ventajas.

Las ventajas que ofrecen los sistemas rotacionales hacen referencia a la posibilidad de ejercer la selección de hembras para reemplazo y usar gran parte de heterosis individual y

materna. definida esta última como la ventaja o desventaja de usar una madre cruzada.

Desventajas

Como desventajas podrían citarse: no uso de la complementariedad racial, excepto al inicio del plan de cruzamientos; uso de más de una raza de toro cada año y necesidad de usar razas comparables en tamaño y habilidad materna. Este sistema es, además, difícil de adaptar a hatos pequeños.

Cruzamientos terminales

Tipo	RAZAS		% HETEROSIS USADA		
	TORO	VACA	Individual	Materna	Paterna
Dos razas	A	B	100	0	0
Tres razas	D	AB	100	100	0
Cuatro razas	AD	CB	100	100	100

Ventajas.

En cualquier tipo de cruzamiento toda la heterosis individual es utilizada; en cruces de tres y cuatro razas toda la heterosis materna y con cuatro o más razas toda la heterosis paterna se utiliza; el sistema terminal hace uso de la complementariedad racial, requiere solo una raza de toro al año y se adapta a cualquier tipo de explotación.

Desventajas

No hay oportunidad de selección de hembras producidas en el sistema; la necesidad de adquirir machos y hembras aumenta el riesgo de introducción de enfermedades y dificulta la adaptación de animales a la finca.

Combinación de sistemas

La combinación de un sistema rotacional y uno terminal permite la

utilización de las razas maternas para producir hembras de reemplazo, conservar las mejores hembras en la rotación y aparear las vacas viejas y de menor nivel de comportamiento en el cruce **terminal** con razas de toros que posean buenas aptitudes de crecimiento, acabado (carne) y/ o producción de leche (doble propósito). Con el uso de vacas de 2 o más partos en el cruce con toros que produzcan terneros muy pesados al nacer se disminuyen los problemas de distocia.

Ventajas.

No requiere compra de hembras y permite la selección de las mismas; utiliza toda la heterosis individual y materna y hace uso de la complementariedad racial.

Desventajas

Es un sistema complejo y para que sea eficiente se requieren hatos grandes.

No todos los sistemas de cruzamiento son apropiados para todos los hatos y en la escogencia de un plan de los anteriormente citados es necesario considerar factores de manejo de la empresa agropecuaria, tales como tamaño de la finca, número y tamaño de potreros, disponibilidad de mano de obra, uso de inseminación vs. monta natural, etc. Factores como los anteriores y la selección de las razas apropiadas (adaptadas) a las condiciones climáticas y alimenticias; asimismo como los beneficios relativos de heterosis y complementariedad racial deben ser tenidos en cuenta antes de emprender un plan específico.

Uso de toros cruzados

Innumerables evidencias de investigación en el trópico indican que el nivel más productivo de los cruzamientos es aquel que

conserva las proporciones de herencia nativa e importada alrededor del 50 %. Niveles superiores de herencia de la raza "mejorante" de los rasgos productivos de leche y/o carne disminuyen la resistencia a factores limitantes de la producción en el trópico, tales como altas temperaturas, infestación de parásitos, plagas y enfermedades.

Ningún sistema de cruzamiento mantiene los valores de heterosis de las primeras generaciones y con la fluctuación de las proporciones de heterosis (heterocigosis) fluctúan los niveles de producción. Cuando predomina la herencia de la raza importada (especializada) el potencial de producción aumenta, pero el nivel de adaptación disminuye; contrariamente, cuando predomina la raza nativa el nivel de producción disminuye y la adaptación aumenta. Ante tales circunstancias, el ganadero requiere de un sistema que mantenga estables los niveles adaptativos (heterosis) y que estabilice la producción de carne y/o leche.

El uso de toros cruzados, de primera generación (F1), media herencia importada (especializada) y media herencia nativa, obtenidos en un sistema terminal de dos razas, es una alternativa, no solo para mantener estables los niveles adaptativos y estabilizar la producción de carne y/o leche sino para simplificar el manejo genético de las explotaciones comerciales de cría y doble propósito del trópico cálido húmedo del país.

Las evaluaciones experimentales con toros cruzados F1 han detectado resultados significativos de heterosis para algunos componentes de fertilidad del macho y se considera que estos machos son también superiores para características tales como longevidad, resistencia a enfermedades, estrés calórico, etc, es

decir, para rasgos relacionadas con adaptación a medios difíciles, en donde bovinos de alto potencial de producción, seleccionados en ambientes mejorados, no pueden sobrevivir.

Ventajas

Permite el uso de monta directa, evitando la adaptación de animales puros de dudoso mérito genético (en el país no existen toros probados por progenie) y problemas de inseminación artificial en sistemas extensivos con poca infraestructura. El sistema provee las hembras de reemplazo, permite y debe acompañarse de selección de las mismas; utiliza el 100 % de heterosis paterna y aprovecha el progreso genético de poblaciones extranjeras, una vez que los machos deben ser obtenidos via IA con semen de toros probados por progenie y vacas nativas (criollas y/o cebuinas) de reconocida habilidad materna y eficiencia reproductiva.

Desventajas

Utiliza solamente el 50 % de heterosis individual y materna. Excepto al comienzo, no se usa la complementariedad racial.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

El uso apropiado de la **selección y cruzamientos** y una adecuada elección de las razas más eficientes, son los mecanismos más económicos para aumentar la producción ganadera en regiones tropicales. La productividad del hato puede ser aumentada, por solo efectos heteróticos de características de baja h^2 , hasta en un 30 %, dependiendo del sistema de cruzamiento utilizado; ~~x~~ una buena escogencia de razas, a través de uso de efectos aditivos, puede incrementar significativamente los rendimientos por el uso de vacas y toros cruzados con mayores niveles de producción y

adaptación. La reproducción, la sobrevivencia, resistencia a enfermedades y longevidad son las características de mayor importancia económica en regiones del trópico cálido húmedo; las razas especializadas, de origen europeo, difícilmente prosperan en condiciones tropicales.

BIBLIOGRAFIA

- Dickerson, G.E. 1969. Experimental Approaches in utilizing breed resources. *Animal Breeding Abstracts*. 37(2):191.
- Dickerson, G.E. 1973. Inbreeding and heterosis in animals. In: *Proc. Anim. Breed. and Genet. Symp. in honor of J.L. Lush. ASAS., DASA., Champaign, Ill.* pp 54-57.
- Hernandez, B.G. 1976. Genetic factors in beef cattle crosses in Colombia. PhD. Dissertation. Colorado State University, Fort Collins, Colorado. USA.
- Long, C.R. 1980. Crossbreeding for beef production: Experimental Results. *J. Anim. Sci.* 51:1197.
- Martinez, C. G. 1987. Estimates of genetic parameters of several productive traits in a Colombian cattle breed, Blanco Orejinegro (BON) and its crosses with Zebu, Charolais and Santa Gertrudis. PhD. Dissertation. Oklahoma State University, Stillwater, Ok. USA. 170 p.
- Neville, W. E. Jr; P. R. Utley and W. C. McCormik. 1985. Comparative performance of straightbred and crossbred (F1) sires. *J. Anim. Sci.* 60:632.
- Plasse, D. 1983. Crossbreeding results from beef cattle in the Latin American tropics. *Animal Breeding Abstracts*. 51(11):779.
- Sheridan, A.K. 1981. Crossbreeding and heterosis. *Animal Breeding Abstracts* 49:(3):130.
- 9 Thrift, F. A. and D. K. Aaron. 1987. The crossbred sire: Experimental results for cattle. *J. Anim. Sci.* 65:128.