

CRUZAMIENTOS EN GANADO DE CARNE

Dante H. Geymonat*

I. INTRODUCCION

Si bien existe la tendencia de contraponer los términos de cruzamiento y selección, esto no debería ocurrir porque son complementarios. La investigación ha desarrollado las bases científicas y la tecnología que permiten que el productor actual tenga a su disposición los métodos para manejar los recursos genéticos de sus rodeos.

Por medio de la selección se cambia la frecuencia de los genes sustituyendo poblaciones de determinados genotipos por otras. Esto ha permitido los cambios operados en las razas bovinas desde el siglo pasado en forma científica y desde tiempo inmemorial, cuando el hombre al domesticar los animales determinó cuáles se reproducirían y con que frecuencia lo harían. Hoy día la selección es usada para el mejoramiento de las distintas razas por caracteres económicos de producción. Se utiliza básicamente a nivel del productor de ganado puro y en mínima escala por el productor comercial.

Por otro lado el productor comercial tiene a su disposición los cruzamientos que permiten el uso de la heterosis o la combinación de características raciales destacables.

En este trabajo serán discutidas las características de importancia económica en ganado de carne, bases genéticas de la heterosis y resultados experimentales de cruzamientos entre distintas razas para luego plantear la planificación de sistemas de cruzamientos.

II. CARACTERÍSTICAS DE PRODUCCION.

Las características económicas en ganado de carne se pueden agrupar en caracteres de reproducción, producción y aquellos relativos al producto.

* D.V.M.; M.Sc. Jefe del Proyecto Nacional de Producción Animal, Director Técnico Ejecutivo de la Central de pruebas "Kiyú". Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger".

Los valores económicos de los grupos de caracteres difieren de acuerdo al usuario circunstancial, sea criador o invernador.

La máxima eficiencia de producción no está necesariamente asociada con la máxima expresión de los caracteres. Por ejemplo, máxima producción de leche y gran tamaño de vaca asociado con una alta tasa de crecimiento, no serían deseables en áreas donde la disponibilidad de alimentos fuera escasa o de mala calidad, ya que de esta manera afectaríamos el comportamiento reproductivo del rodeo. Con excepción de la reproducción, trabajar con los mismos criterios de selección dentro de todas las razas no es deseable.

En el cuadro 1, se observan algunos caracteres de importancia económica en ganado de carne y los valores promedios de heredabilidad obtenidos de distintas fuentes.

Cuadro 1. Valores promedios de heredabilidad para distintas características en bovinos de carne.

Característica	Valor promedio de heredabilidad %	Número de estimaciones
Intervalo entre partos	0-10	20
Largo gestación	40	12
Peso al nacer	37	46
Ganancia predestete	31	29
Peso al destete	30	53
Ganancia a corral	52	48
Peso por día de edad	77	1
Peso res por día de edad	38	5
Conversión de alimentos	36	12
Ganancia en pastoreo	30	5
Rendimiento	25	7
Area del ojo del bife	69	10
Espesor grasa cobertura	40	6
Terneza	60	5

1. Fertilidad. Un comportamiento reproductivo óptimo es básico para una eficiente empresa de ganado de carne, ya que la proporción de vacas en la población es alta e insume la mayor parte de los recursos. En producción comercial el factor más importante es el porcentaje de terneros destetados.

La fertilidad es un carácter complejo. Un ternero vivo al destete es el producto de una larga secuencia de eventos que deben ocurrir desde el momento en que un toro y una vaca se aparean. El toro debe tener adecuada libido y ser capaz de aparearse y producir suficientes espermatozoides normales para maximizar la fertilización. La hembra debe llegar a la pubertad a edad temprana y tener intervalos parto-celo cortos para permitir su servicio en el período de entore. La ovulación, implantación, desarrollo embrionario y fetal y parto, deben ocurrir sin fracasos.

Con esta cadena de hechos que tiene en cuenta interrelaciones entre padre-madre-ternero y el ambiente, la probabilidad de que cada uno de los eventos ocurra debe ser alta y aún así la probabilidad del producto de todos ellos (ternero vivo destetado) puede ser baja. La ruptura de cualquiera de los eslabones puede tener efectos desastrosos.

La variación entre predios en reproducción es muy amplia. Los resultados experimentales indican (ver cuadro 1) que la heredabilidad de caracteres reproductivos es baja como resultado de que las diferencias entre rodeos se produ

cen no por diferencias genéticas aditivas, sino por diferencias en aspectos - de manejo, sanitarios y otros factores ambientales o, por efectos genéticos - no aditivos e interacciones entre genotipo y ambiente.

Son tantos los factores ambientales que afectan la fertilidad desde el momento del apareamiento hasta que el ternero es destetado, que la fertilidad en cualquier año revela poco o nada de las diferencias genéticas entre vacas.

Hay evidencias que indican que algunos componentes de la fertilidad, como edad a la pubertad y tasa de concepción al primer servicio en vaquillonas, son de mayor heredabilidad y podrían responder a un plan de selección.

A pesar de la baja heredabilidad de los caracteres de reproducción se deben - hacer los mayores esfuerzos en llevar registros adecuados y un programa rígido para eliminar las vacas vacías o "vacas problemas" (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Incremento del porcentaje de nacimientos por medio de la selección.

Raza	% nacimientos		Peso destete kg	
	1951-59	1960-64	1951-59	1960-64
Angus (A)	76	92	147	151
Brahman (B)	50	78	150	150
A x B	73	93	192	163
Promedio	66	88	163	155

La mayor parte del mejoramiento que se logre en fertilidad no será genéticamente aditivo y por lo tanto, si la nueva práctica impuesta cesa, la tasa reproductiva declinará en generaciones sucesivas.

La selección en reproducción no es un recurso desperdiciado, ya que cualquier incremento en ésta es de enorme importancia económica. El descarte de vacas vacías aumenta la ganancia en el rodeo de cría y sólo en rodeos fértiles se puede realizar selección para otros caracteres, ya que entonces el número de reemplazos será mayor a las necesidades del rodeo.

2. Dificultad de parto y peso al nacer. Un alto grado de dificultades al parto tiene un impacto económico adverso en la producción comercial de carne. Esto se debe no sólo a los costos altos de atención en el parto, sino que además reduce el % de terneros destetados debido a una menor sobrevivencia y produce menor tasa de preñez en las vacas que han experimentado dificultades al parto.

Cuadro 3. Efecto del tipo de asistencia al parto y edad de la madre, sobre la mortalidad del ternero.

Edad de Parto	N ^o Partos	Tipo de Asistencia							
		ninguna		calf puller		cesárea		present. post.	
		% Total	% muertes*	id.	id.	id.	id.	id.	id.
2	1770	56,9	8,2	38,4	16,6	3,3	22,9	1,5	42,8
3	1212	84,2	4,0	13,1	26,7	0,3	33,4	2,4	27,9
≥ 4	2082	89,6	3,9	6,7	14,0	0,2	0,0	3,6	24,8
Total:	5064	76,6	5,0	19,5	19,2	1,3	23,9	2,6	27,5

* muerte al nacer o dentro de las 24 horas de vida.

Recientes resultados publicados por el Meat Animal Research Center (MARC) - (cuadro 3), indican que la mortalidad de los terneros fue 4 veces mayor en aquellos que tuvieron nacimientos dificultosos (20% vs 5%) en comparación con los nacidos normalmente y la tasa de concepción en el siguiente entore fue - 16% menor en las vacas que tuvieron dificultad al parto (cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de la dificultad de parto sobre la tasa de concepción, porcentaje detectados en celo durante la I.A. y tasa de concepción a la I.A.

Grupo	Clasif. distocia	Edad vaca	N ^o	Durante la I.A.		
				Detección de celo %	Tasa de concepción %	Tasa de concepción total
Sin distocia	2	584	68,3	66,0	79,6	
Con distocia	2	366	59,3	50,6	71,4	
Diferencia			9,0**	11,6**	8,2**	
Sin distocia	3	451	71,8	63,6	86,6	
Con distocia	3	69	55,1	46,0	72,6	
Diferencia			16,7**	17,6**	14,0**	
Sin distocia	4 y 5	388	86,1	77,9	89,7	
Con distocia	4 y 5	31	77,4	64,1	64,1	
Diferencia			8,7	13,8**	25,6***	
Sin distocia	Todas	1423	74,3	69,2	85,3	
Con distocia	Todas	466	59,9	53,6	69,4	
Diferencia			14,4***	15,6**	15,9***	

** P < 0.01

***P < 0.05

Los factores más importantes que influyen en las dificultades de parto son - peso al nacer y edad de la madre al parto. Independientemente de la edad de la madre al parto, las dificultades se incrementan en 2% por cada kilo de -

aumento en el peso al nacer. Son mayores en vaquillonas de 2 años al parto, - reduciéndose a los 3 años y llegando a valores bajos en vacas de 4 - 5 años.

Existe correlación entre tamaño pelviano y dificultades de parto, pero también con peso al nacer del ternero. Seleccionando por tamaño pelviano se obtendrá mayor tamaño en general, mayor peso al nacer y por lo tanto la selección neta será pequeña.

La selección para lograr menor peso al nacimiento sería el criterio a seguir, ya que es el indicador más seguro de dificultades al parto. Es un carácter - fácil de medir, aunque se debe considerar que el peso al nacer como está co- rrelacionado con tamaño adulto y otros parámetros de crecimiento (peso al des- tete, al año, 18 meses) afectará los mismos.

3. Habilidad materna. Para una cría eficiente es necesario que la vaca des- tete un ternero saludable, vigoroso y pesado. En un sentido amplio reproduc- ción, facilidad de parto, viabilidad, comportamiento materno y producción de leche, son componentes de lo que se denomina habilidad materna.

En un sistema intensivo de producción se debe considerar la importancia del - peso al destete. El mismo constituye el 40 - 50% del peso de faena, a una - edad que es el 25 - 30% de la edad de faena y en vaquillonas, el peso al des- tete puede constituir el 60% del peso de pubertad a una edad que es 50% de la edad a la pubertad.

La eficiencia de producción se incrementa con el aumento de kg. de terneros - destetados por vaca expuesta a toro, ya que los costos fijos (gastos veterina- rios y mano de obra) se refieren al número de cabezas en stock.

Los costos por vaca están relacionados al tamaño y nivel de producción de le- che; las ganancias más rápidas que se logran en los terneros de vacas más - grandes, reducen los requerimientos de mantenimiento y el tiempo para obtener el peso de faena.

El aumento de peso al destete logrado por una mayor producción de leche sólo se puede aceptar cuando la vaca convierte alimentos de baja calidad, suplemen- tando la energía y proteína que el ternero obtiene de los forrajes. Por lo - tanto, más que ningún otro carácter, se debe relacionar con los recursos ali- menticios para maximizar la eficiencia. Los aumentos en producción de leche incrementarán los pesos al destete pero si la alimentación no es suficiente - se reducirá el peso al destete por vaca expuesta a toro, debido a una menor - tasa de preñez.

Si la producción de leche es muy baja afectará la sobrevivencia y reducirá la habilidad de los terneros para combatir parásitos, enfermedades y otros facto- res ambientales. Hemos observado que terneros de razas británicas con pesos al destete menores de 120 kg. comprometen su crecimiento hasta la faena.

La habilidad materna se mide por el peso al destete del ternero, aunque con - este procedimiento se confunde en parte la capacidad genética de crecimiento del ternero. No obstante la información experimental indica que la selec- ción por habilidad materna es efectiva.

Existen evidencias de que la selección por peso al año es tan efectiva como - el peso al destete para seleccionar por producción de leche.

La selección de terneras por peso al destete tiene ciertos inconvenientes. Los resultados obtenidos en varios experimentos indican que terneras criadas por madres de alta producción son a su vez malas madres. En este caso las re- laciones de peso al destete son mayores entre abuela y descendiente que entre éste y la madre a pesar de que su relación genética se ha hecho la mitad. (1/2 vs 1/4).

La influencia negativa del ambiente materno superior en terneras, podría ser debida a excesos de deposición de grasa a edades tempranas, que interactúa - con el desarrollo mamario reduciendo la futura producción láctea. Lo aconse- jable sería seleccionar vaquillonas para reemplazos, hijas de las vacas más - jóvenes del rodeo. De esta manera la intensidad de selección se reducirá pe- ro el intervalo entre generaciones también, con lo que el progreso será apro- ximadamente igual, pero más efectivo.

4. Crecimiento. El crecimiento es de gran importancia debido a su alta aso-

ciación con la economía de la ganancia de peso y su relación con los costos - fijos por cabeza o unidad de tiempo.

Los pesos finales de 12, 15 o 18 meses corregidos a edad constante son los caracteres de más alta heredabilidad en las diferencias de crecimiento y mayores que la de cualquiera de sus componentes (peso al nacer, ganancia predestete y ganancia postdestete). Una selección por esta característica, permite el uso de los toros a los 2 años y el entore de vaquillonas a 24 o 15 meses de edad.

Se necesita un razonable nivel de alimentación para detectar con seguridad - las diferencias genéticas en habilidad de crecimiento. Un excesivo nivel de alimentación en vaquillonas, puede interferir con el comportamiento reproductivo y habilidad materna. Por otra parte debido a que la mayor proporción de vaquillonas se deben guardar como reemplazos, existe poca oportunidad de seleccionar por crecimiento en ellas.

Las correlaciones genéticas entre parámetros de crecimiento a distintas edades y tamaño adulto (peso al nacer, peso al destete, peso a 12 y 18 meses con peso adulto) son altas. Este hecho trae como consecuencia que la selección por peso a 12 o 18 meses incrementa los pesos al nacer y los pesos adultos. El incremento en peso al nacer produce mayores dificultades de parto, menor sobrevivencia de terneros y menores tasas de concepción. El aumento de peso adulto implica mayores requerimientos para mantenimiento del rodeo de vacas.

Se están haciendo estudios de manera de alterar la forma de la curva de crecimiento tratando de maximizar la o las edades de faena, minimizando los cambios de peso al nacer y a la madurez.

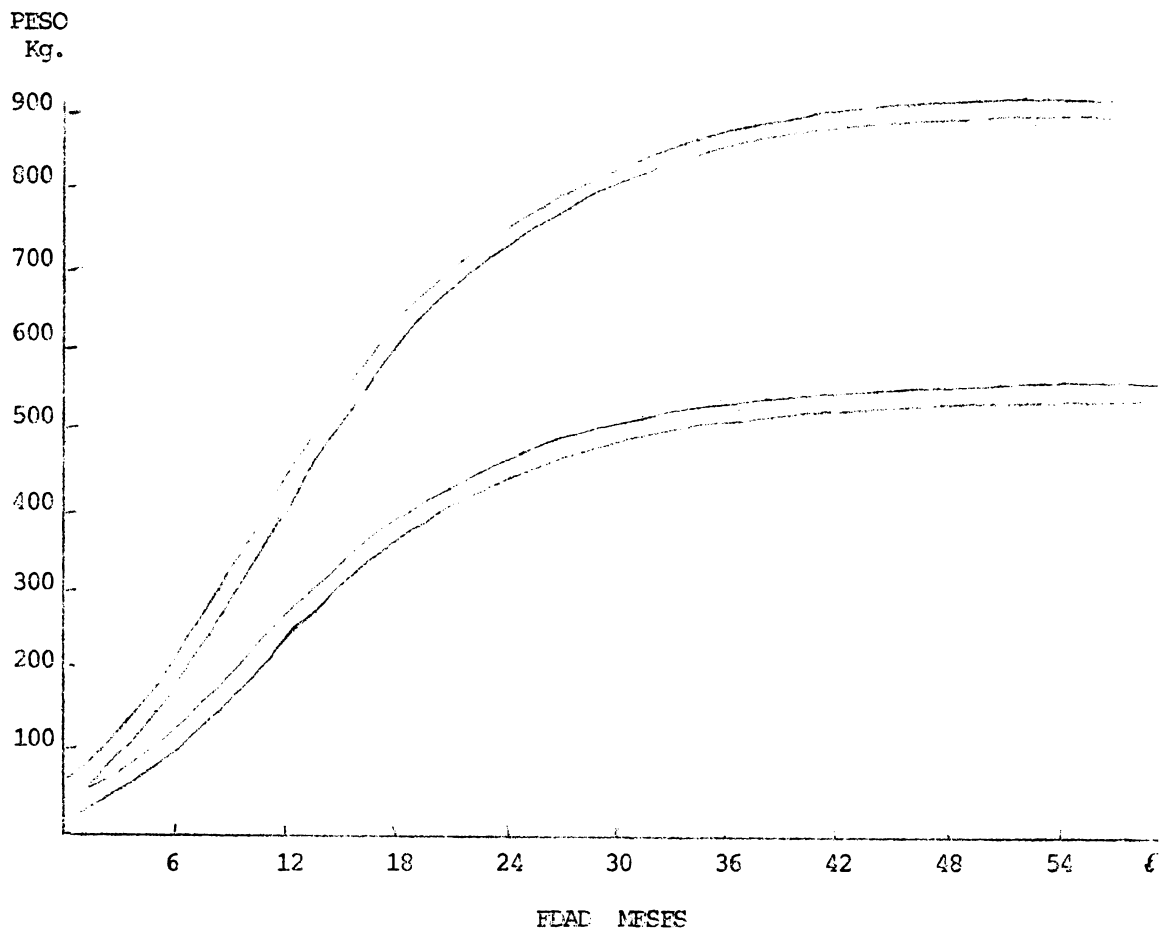


Figura 1. Curvas de crecimiento para los individuos: uno con peso adulto - 544 kg y el otro 907 kg. Las ganancias diarias a los 12 meses fueron 0.7 y 1.2 kg respectivamente. Los puntos de inflexión están a 200 y 360 kg respectivamente. J. of Animal Science 29: 862.1979.

En un estudio sobre criterios de selección que tuvo en consideración como factores económicos mortalidad de terneros, reproducción y peso de las vacas, se obtuvieron resultados promisorios. Seleccionando para mayores pesos al año (PA) pero menores pesos al nacer (PN), se incrementaría la eficiencia en 6% a 7% comparando con la selección sólo por peso al año (Índice = $PA - 3.2 PN$).

Agregando este grado de selección contra peso al nacer, disminuyen en 55% los incrementos esperados en PN, 25% en peso adulto y sólo 10% en PA.

Es necesaria más investigación para determinar un criterio de selección de forma de optimizar la curva de crecimiento. Resultados recientes indican que utilizando la tasa relativa de crecimiento postnatal, se reduce el énfasis sobre peso al nacer y peso adulto.

5. Eficiencia. La eficiencia biológica se define como la relación entre nutrientes producidos por nutrientes del alimento utilizado. La eficiencia de conversión de alimentos como la relación de nutrientes consumidos con la ganancia obtenida y en ganado de carne es uno de los caracteres de mayor importancia económica. Es un carácter costoso de medir ya que implica alimentación individual y ajustes para las diferencias de peso, ya que a mayores pesos son necesarios mayores requerimientos de mantenimiento.

Para seleccionar dentro de grupos raciales es suficiente obtener la ganancia de peso dado que ésta está genéticamente correlacionada con la eficiencia de conversión de alimentos.

No obstante cuando comparamos animales de diferentes tamaños adultos o sea con distintas curvas de crecimiento, debemos considerar la eficiencia medida a peso constante, edad constante o estado de terminación (espesor de grasa en la 10a. costilla) constante. Se volverá sobre este punto cuando se trate en detalle los resultados de distintos tipos de cruzamientos y cuando se pretendan comparar éstos con la raza británica pura.

6. Longevidad. La longevidad reviste un interés distinto para un criador comercial o un criador de puros. Cuanto más tiempo se pueden en el reemplazo de vacas, menores serán los costos de cría de reemplazos hasta la edad productiva, lo que será de indudable importancia económica para el productor comercial.

Para el criador de raza pura esto aumentará el intervalo entre generaciones y reducirá la tasa de mejoramiento genético por selección.

La tendencia a faenar animales a menor edad, trae consigo una mayor proporción de vacas en la población de ganado de carne y el tener vacas longevas agrega un factor económico. La longevidad es importante también en el toro ya que de esta manera se necesita menos reemplazos por año.

Los factores que afectan la longevidad son: infertilidad, mala estructura de patas, cáncer de ojo, trastornos mamarios y mala estructura de la boca. La susceptibilidad al cáncer de ojo es heredable y se pueden obtener resultados por selección pero teniendo en cuenta que es un carácter que se manifiesta a edad avanzada.

7. Caracteres de res. Los caracteres de res son importantes para el sector de la industria de la carne porque de ellos dependerá la aceptación del producto. El público de la generalidad de los países desea carne con alto porcentaje de músculo, poca grasa, tierna y jugosa. Son caracteres de alta heredabilidad pero difíciles de evaluar ya que no se pueden medir en el propio animal sino en su progenie.

8. Conformación. Los indicadores que se han considerado son los mejores en una evaluación objetiva de los caracteres económicos de producción. Se han desarrollado puntajes de conformación a los que se da una importancia muy relativa. Su apreciación es subjetiva y en tanto se dispongan de otros métodos, deberían ser descartados.

La consideración en general de los caracteres de mayor importancia económica en ganado de carne permite desarrollar planes de selección para cría dentro de raza. Permite considerar también qué caracteres deben ser tenidos en cuenta por el productor comercial en el diseño de un programa de cruzamientos.

Cuadro 5. Síntesis de información sobre parámetros genéticos y algunos valores económicos relativos.

Clase de caracteres	Parámetros genéticos			Valores económicos relativos	
	Diferencias entre tipos raciales %	Heterosis % increm.	Heredabilidad	Criador	Invernador
Reproducción	20	10	10	5	0
Producción	50	5	40	1	2
Producto	10	0	50	0	1

En el cuadro 5, se han agrupado los caracteres en tres grupos: reproducción, producción y producto, siendo una síntesis de la información disponible.

La clase de reproducción agrupa: porcentaje de destete, intervalo entre partos, facilidad de partos y % de sobrevivencia. Producción incluye: tamaño adulto y producción de leche en el rodeo de cría y tasa de ganancia y eficiencia en el novillo.

El grupo de caracteres que se indican como producto incluye cantidad y calidad comestible de la carne.

Vemos como existen diferencias entre tipos y aún entre razas dentro de un tipo, en los distintos grupos de caracteres.

Cuando se observa la columna de valores económicos se determina la importancia relativa distinta que tienen los grupos de caracteres para el criador o invernador.

No siempre el productor tiene en consideración la divergencia sexual y la importancia relativa de los caracteres según el tipo de animal que está incluido en su rodeo.

Cuadro 6. Caracteres clasificados de acuerdo a su importancia en vacas, toros y novillos.

Carácter	Importancia		
	vaca	toro	novillo
Alta fertilidad	+	+	0
Tamaño pequeño; bajo costo/cabeza	+	0	-
Pubertad temprana	+	0	-
Facilidad de parto	+	0	0
Buena calidad lechera	+	0	0
Longevidad	+	0	0
Sano y dócil	+	+	+
Alta ganancia de peso	-	0	+
Carne c/poca grasa	0	0	+
Carne tierna y palatable	0	0	+

+ = deseable; - = indeseable; 0 = neutro o de poca importancia.

Existen en el cuadro 6, tres combinaciones más o menos para el mismo carácter.

ter que significan antagonismos serios y que resultan de la correlación entre tamaño adulto y tasa de ganancia o estado de madurez a una edad determinada. Surgen tres alternativas: 1. Seleccionar para el mejor compromiso; 2. Seleccionar para alternar la curva de crecimiento y 3. Seleccionar al máximo en las líneas o razas madres para aquellos caracteres importantes en las madres y separadamente en las líneas a razas padres para los caracteres más apropiados en toros y novillos.

La tercera alternativa requiere la utilización de complementación entre razas y por lo tanto el cruzamiento utilizando la complementación aparece como el método más efectivo para utilizar la selección dentro de razas. Además la heterosis aumenta la atracción para utilizar ganado cruzado.

III. BASES GENÉTICAS DE LA HETEROSIS

La heterosis o vigor híbrido en ganado de carne ha sido bien estudiado y el cruzamiento entre líneas o razas nos permitirá su uso así como la complementación.

Los efectos genéticos no aditivos son provocados por interacción de los genes y ocurren cuando un par específico de genes o combinaciones de ellos producen efectos favorables por el hecho de presentarse en forma conjunta.

El desempeño fenotípico de un animal puede expresarse como:

$$F = G + A + H + Am$$

donde F es el fenotipo o comportamiento; G es el valor genético aditivo para una característica de producción específica; A es genotipo para adecuación o adaptación al ambiente; H es el nivel de heterosis debido a diversidad genética que puede oscilar entre valores altamente positivos en poblaciones híbridas a valores negativos en consanguíneas y Am es el ambiente, que incluye factores climáticos, alimenticios, sanitarios y de manejo, conjuntamente con los valores de interacción genético-ambientales.

En la figura 2, se puede observar un ejemplo de efecto no aditivo de un par de genes y diferentes grados de dominancia.

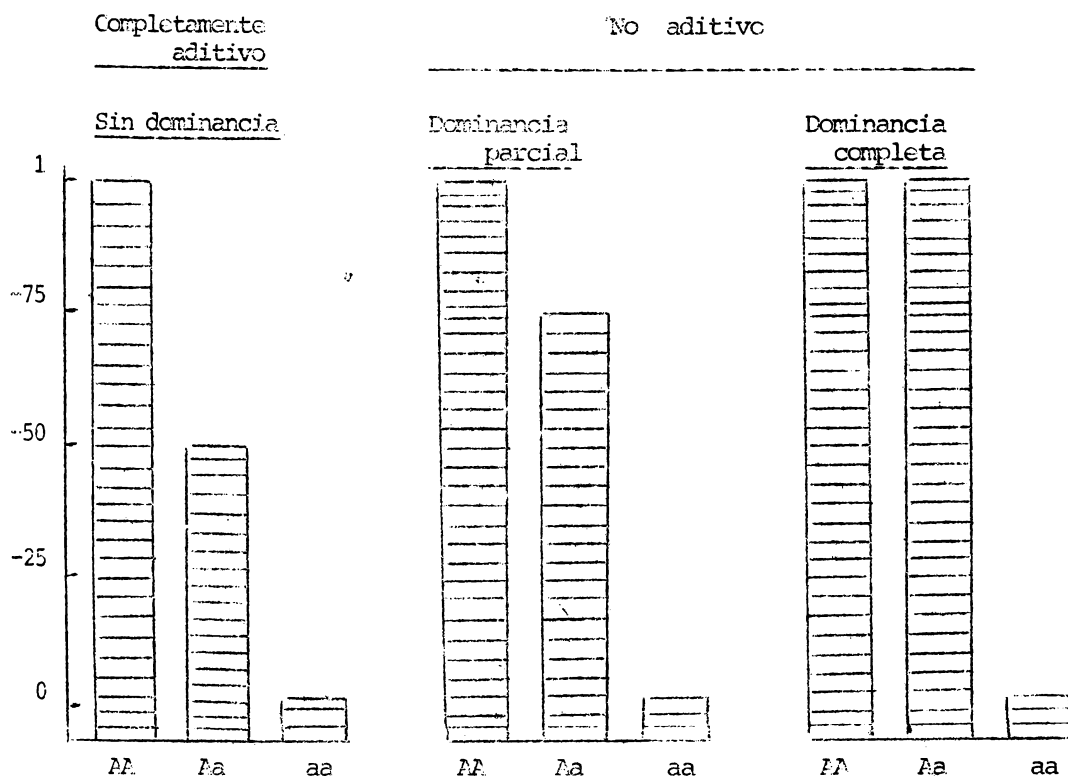


Figura 2. Efecto de diferentes grados de dominancia sobre el valor fenotípico

La primera columna indica un caso completamente aditivo y sin dominancia. El fenotipo heterocigoto, Aa , es intermedio a ambos homocigotos (AA y aa); el color del pelaje en Shorthorn es un caso típico de herencia completamente aditiva.

En la segunda y tercera columna se presentan casos de no aditividad con dominancia parcial y dominancia completa.

Existen muchos ejemplos de dominancia completa o casi completa en ganado, donde el heterocigoto tiene el mismo valor fenotípico que el homocigoto para el gen dominante: pollet vs astado, negro vs rojo, tamaño normal vs enanismo.

Estos constituyen ejemplos de caracteres cualitativos, cuya herencia es controlada por un par de genes.

Los caracteres cuantitativos de producción: crecimiento, calidad de res, son controlados por gran número de pares de genes parte de los cuales actúan aditivamente y parte en forma no aditiva.

La importancia de los efectos no aditivos de los genes sobre los caracteres cuantitativos ha sido estudiado por medio de los cruzamientos y la consanguinidad. Esto ha sido posible ya que la raza pura es más homocigota que las cruza y las líneas consanguíneas más homocigotas que la raza pura.

En la figura 3, se representan gráficamente los efectos de la consanguinidad sobre la heterocigosidad u homocigosidad de los individuos.

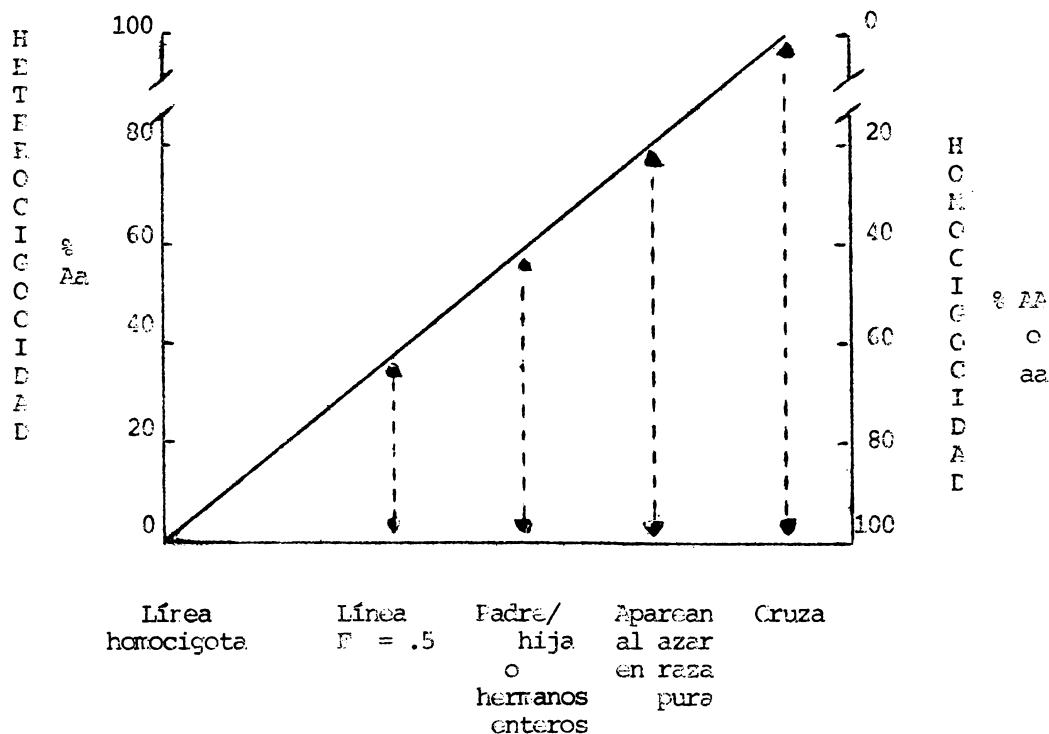


Figura 3. Efectos de la consanguinidad sobre la homocigosidad y heterocigosidad.

El efecto primario de la consanguinidad es el de llevar a la homocigosidad los pares de genes y disminuir los pares de genes heterocigotos. Tal es el caso del uso de apareamientos padre-hija, para detectar recesivos indeseables en una población.

Estudios con Shorthorns, efectuados en U.S.A. indican que en 1920 el coeficiente de consanguinidad para un animal promedio era de 26% o sea que a esa fecha el Shorthorn promedio tenía 26% menos pares de genes heterocigotos que el promedio de los animales utilizados en la formación de la raza. Otro estudio con Hereford indica que en esta raza la consanguinidad sería 15% mayor en la actualidad que la observada en 1860 y que similares tasas de incremento

de consanguinidad se observan en otras razas.

Aunque no se conoce en forma exacta el % de consanguinidad en las razas tomamos el 20% para explicar los efectos no aditivos en el comportamiento de cruza, puros y consanguíneos en el cuadro 7.

Cuadro 7. Comportamiento promedio esperado de cruza, puros y líneas consanguíneas con efectos aditivos y no aditivos de los genes (1)

Tipo de apareamiento	Frecuencia relativa a las cruza (%)			Efecto genético aditivo	Efectos no aditivos	
					Dominancia parcial	Dominancia completa
	AA	Aa	aa		(2)	
Cruza	0	100	0	.5	.75	1.0
Raza Pura	10	80	10	.5	.70	.9
Padre-hija	20	60	20	.5	.65	.8
Línea F=.5	30	40	30	.5	.60	.7
Línea homocigota	50	0	50	.5	.50	.5

(1) Se tuvieron en cuenta los valores fenotípicos de la figura 2. para calcular los promedios.

(2) Frecuencia promedio esperada sobre un gran número de pares de genes.

Se observa en el comportamiento promedio esperado de cruza, puros y consanguíneos con efectos aditivos y no aditivos de los genes.

Cuando los efectos de los genes son completamente aditivos, las diferencias en consanguinidad no afectan la expresión de los caracteres. Por otra parte cualquier grado de dominancia parcial o completa, lleva a un comportamiento mayor en los cruza que en los puros. En forma análoga el comportamiento esperado de una línea consanguínea será menor que en los puros, fenómeno llamado depresión por consanguinidad. La misma, como se observa en el cuadro 7, es causada por el efecto no aditivo de los genes y reducción de la heterocigosidad que deja de cubrir recesivos indeseables.

En contraposición tenemos la heterosis que es la diferencia en comportamiento entre las cruza y la media de las razas que intervienen o la diferencia entre la media de las líneas consanguíneas con la progenie obtenida de su apareamiento.

IV. RESULTADOS DE CRUZAMIENTOS

La información publicada de cruzamientos en ganado de carne es vastísima y no se pretende efectuar una revisión exhaustiva de la misma. Para ello se han recomendado una serie de publicaciones donde se podrán obtener amplios resultados.

Para mayor claridad de exposición se estudian separadamente los efectos de la heterosis y complementación entre razas. Donde exista información se indicarán resultados obtenidos en experimentos conducidos por el CIAAB.

1. Efectos de la heterosis. Los efectos de la heterosis guardan relación con los resultados obtenidos en otras especies animales como cerdos, aves y ovinos e indican que el nivel de heterosis (variación genética no aditiva) es inversamente proporcional a la heredabilidad (variación genética aditiva).

Como ejemplo tomaremos los resultados logrados en un experimento de cruzamiento efectuado en Nebraska donde intervinieron las razas Angus, Hereford y Shorthorn y sus cruza recíprocas.

En el cuadro 8, se observan los valores de heterosis individual calculados de la comparación de la media de las tres razas puras y la media de sus cruza recíprocas. El estudio incluyó cuatro pariciones y los efectos de heretosis fueron significativos para la mayoría de los caracteres evaluados.

Cuadro 8. Efectos de la heterosis individual en Herefords, Angus y Shorthorns (1).

Item	Termeros cruza	Termeros puros	Heterosis	
			Diferencia	Porcentaje
Nº de apareamientos	470	447		
Termeros nacidos %	89	89	0	-
Termeros vivos a 2 sem. %	86	82	4	-
Termeros destetados %	84	81	3	-
Peso al nacer kg.	33,7	32,5	1,2	3,7
Peso al destete 200 días kg.	199	190	9	4,5
Peso a 200 días/vaca expuesta	167	154	13	8,4
<u>Novillos</u>				
Ganancia postdestete kg.	0,838	0,814	0,024	2,9
Peso a 450 días kg.	414	401	13	3,2
NDI/ganancia	5,76	5,77	-0,01	-0,1
Producto vendible kg.	150	145	5	3,4
<u>Vaquillonas</u>				
<u>Para parto 2 años</u>				
Ganancia postdestete kg.	0,533	0,499	0,034	6,8
Edad a pubertad días	321	356	-35	9,8
Peso a pubertad kg.	263	266	-3	1,1
<u>Parto a 3 años</u>				
Ganancia postdestete kg.	0,447	0,413	0,034	8,2
Edad a pubertad días	382	422	-40	9,5
Peso a pubertad kg.	240	242	-2	0,8

(1) De Gregory et al Journal of Animal Science 24:21; 25:290; 25:299; 25:311 y Wiltbank et al d. of Anim. Sci. 25:744; 26:1005.

En el cuadro 9, se observan los resultados de heterosis materna en el mismo experimento.

Cuadro 9. Efectos de la heterosis materna en Herefords, Angus y Shorthorns (1).

Item	Vacas cruzas	Vacas puras	Heterosis	
			Diferencia	Porcentaje
Nº de apareamientos	687	570		
Concepción 1er. servicio %	63,2	56,6	6,6	--
Preñez %	91,5	85,9	5,6	--
Terneros vivos al nacer %	86,2	80,4	5,8	--
Terneros vivos al destete %	81,6	75,2	6,4	--
Parto a 1er. celo días	53,6	56,3	-2,7	--
Largo gestación días	284,7	283,5	1,2	--
Terneros				
Nº de terneros	555	420		
Peso a nacer kg	34,7	34,1	0,6	1,8
Peso a 135 días kg.	153	148	5	3,4
Peso a 200 días kg.	206	197	9	4,6
Producción láctea en 12 horas				
2 semanas kg.	3,08	3,06	0,02	0,7
6 semanas kg.	3,42	3,19	0,23	7,2
14 semanas kg.	3,59	3,38	0,21	6,2
29 semanas kg.	1,50	1,09	0,41	37,6
Peso a 200 días/vaca kg.	172	151	21	13,9
Peso dest. real/vaca kg.	178	155	23	14,8

(1) De Cundiff et al. Journal of Animal Science 38:711; 38:728.

Warwick (1968) resumiendo los resultados de 14 experimentos para evaluar la heterosis en cruzas simples entre razas británicas y que incluyen 3186 terneros puros y 2103 terneros cruza, encontró que los efectos heteróticos eran supervivencia del ternero (+3.0%), porcentaje de destete (+4,1%) y peso al destete (+4.6%).

Cuando se combinan los efectos ventajosos de la heterosis individual supervivencia y crecimiento de los terneros F1 y las ventajas de la heterosis materna en reproducción y habilidad materna, el peso de destete por vaca expuesta a toro se incrementó en 23% (ver Figura 4).

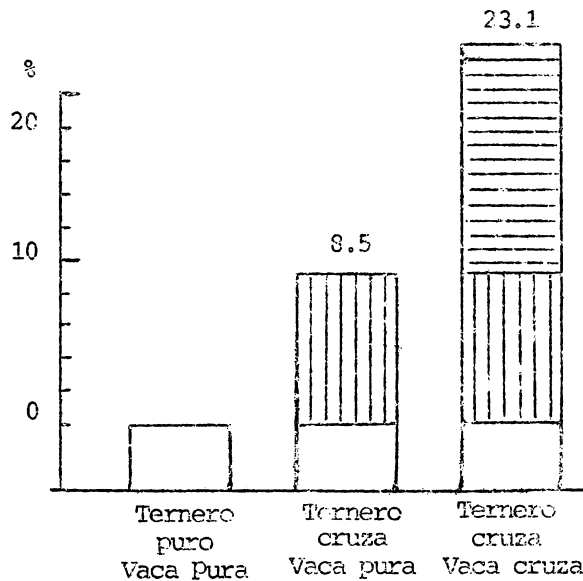


Figura 4.
Efectos acumulativos de la heterosis para kilos de ternero destetado por vaca expuesta. Cruzamientos entre razas británicas.

En ese total más de la mitad del incremento en comportamiento es atribuible al uso de las vacas cruzas. Resultados análogos se han comunicado de otros experimentos.

2. Combinación de caracteres de distintas razas. Las diferencias genéticas - aditivas son responsables de las diferencias de comportamiento entre razas manejadas en un mismo ambiente.

Las variaciones se observan en caracteres tales como producción de leche, crecimiento, tamaño adulto y composición de res y existen debido a frecuencias - distintas de genes en la expresión de cada carácter y han surgido como resultado de metas de selección (carne vs leche) y por selección natural para adaptación en distintos ambientes.

El cruzamiento entre razas puede ser usado para optimizar la frecuencia de genes y combinar caracteres en los cruzas, que no sería posible lograr en ninguna de las razas puras. Se puede realizar porque la heredabilidad de las variaciones entre razas es alta debido a que la progenie regresa a diferentes días.

Como ejemplo se destaca el cruzamiento entre razas británicas y cebuinas donde se combinan la tolerancia al calor e insectos del Brahman con los caracteres - de res de las razas británicas. Esta combinación de caracteres, junto con los efectos heteróticos en crecimiento y sobrevivencia del ternero y reproducción y habilidad materna de la vaca crusa, llevan en forma conjunta a un incremento significativo de la producción de carnes, en especial en ambientes poco favorables o donde las razas británicas puras no se adaptan en forma óptima.

A. Resultados en el Uruguay.

Los experimentos sobre cruzamientos en el Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger" (CIAAB) comenzaron en 1962, con la introducción al país de - la raza Limousin.

El primer plan de trabajo que se denomina "primera fase" se desarrolló entre - 1963 y 1966 su objetivo fue el estudio de caracteres de crecimiento, edad a peso de faena constante, caracteres de res, distocia y longitud de gestación en animales puros Shorthorn, Hereford y Aberdeen Angus puros, en comparación con animales cruzas provenientes de toros Limousin y hembras de las tres razas británicas.

Los animales fueron criados en condiciones de pastoreo en pasturas mejoradas y cultivadas. El estudio de tres años incluye 226 terneros puros y 126 cruzas, utilizándose 8 toros Hereford, 11 Limousin, 3 A. Angus y 3 Shorthorn. En los análisis de calidad de res se incluyen datos de 90 novillos puros y 71 cruzas. En los datos de distocia y longitud de gestación se incluyeron 96 primeros partos y 767 de 2do. y 4to. parto.

En los cuadros 10 a 13, se pueden observar resultados de dicho experimento.

Cuadro 10. Cruzamientos de razas británicas con Limousin.
Comportamiento predestete. CIAAB.

Raza ♂ ♀	Peso nacimiento	Distocia %		Long.gestación		Peso destete 210 días
		1º.Parto	2º +	Machos	Hembras	
H H	34,08	9,6	0,1	283,5	281,6	210
S S	30,25	0	0	280,3	283,2	192
A A	30,08	0	0	276,6	276,5	192
L H	38,12 (+12%)	30,0	0	286,5	282,1	216 (+3%)
L S	37,35 (+24%)	16,7	5,0	287,7	283,9	225 (+17%)
L A	34,96 (+16%)	0	0	285,1	285,3	211 (+10%)
PUROS	33,3	-	-	-	-	206
CRUZAS	37,0 (+11%)*	-	-	-	-	218 (+6%)*

* = $P < 0,01$ H = Hereford; A = Angus; S = Shorthorn; L = Limousin

Cuadro 11. Cruzamientos de razas británicas con Limousin.
Comportamiento postdestete. CIAAB.

Raza ♂ ♀	Peso kg 365 d. (1)	Peso kg 540 d. (2)	Peso x día/edad gra 2 años (2)
H H	272	371	638
S S	259	350	601
A A	251	332	573
L H	290 (+7%)*	411 (+11%)*	698 (+9%)*
L S	297 (+15%)*	412 (+18%)*	715 (+19%)*
L A	275 (+10%)*	375 (+13%)*	646 (+13%)*
Puros	270	365	637
CRUZAS	290 (+7%)*	401 (+10%)*	687 (+8%)*

(1) Ajustado x sexo

(2) Sólo novillos

* = P < 0.01

H = Hereford; A = Angus; S = Shorthorn; L = Limousin

Cuadro 12. Cruzamientos de razas británicas con Limousin.
Edad a la faena (en días) y peso a la faena. CIAAB.

Raza ♂ ♀	Peso campo	Peso Frig.	Edad	Diferencia días %	
H H	492	465	736	-48	-6,5
L H	494	465	688		
S S	487	458	799	-118	-14,8
L S	496	466	681		
A A	491	459	794	-84	-10,6
L A	491	462	710		

H = Hereford; A = Angus; S = Shorthorn; L = Limousin

Cuadro 13. Cruzamientos de razas británicas con Limousin.
Resultados de faena y análisis de res. CIAAB.

Raza ♂ ♀	Rend. %	Músculo %	Grasa %	Hueso %	Sup. ojo cm ²	bife
H H	58	50	28	16	54	
L H	60	55	21	17	64	
S S	59	49	31	14	50	
L S	60	54	23	16	65	
A A	60	50	28	15	55	
L A	61	53	23	15	67	

H = Hereford; A = Angus; S = Shorthorn; L = Limousin

En 1967, comenzó la segunda fase de los experimentos de cruzamientos, continuando hasta 1971. Esta fase tuvo como objetivo evaluar cruzas, retrocruzas

y triple cruza, donde intervinieron madres Hereford y Her x Lim. y padres de las razas Hereford, Charolais, Limousin y Holando.

Dentro de los caracteres de comportamiento reproductivo se analizaron porcentaje de sobrevivencia a 36 horas post parto, peso al nacer, Nº de servicios por preñez y peso de la madre al parto. En crecimiento predestete se estudiaron peso al destete y aumento diario predestete.

Los datos se analizaron de acuerdo a tres modelos matemáticos, el modelo 1, tuvo en cuenta los efectos de años, mes de nacimiento, sexo, raza del padre, raza de la madre, edad de la madre al parto y las interacciones correspondientes; el modelo 2, consideró el efecto de 7 razas de madre para los años 1969-70-71; por el modelo 3, se analizaron los efectos de sistema de apareamiento de acuerdo al criterio de raza pura, cruza, retrocruza y triple cruza.

En los cuadros 14 a 20, se observan algunos resultados de esta fase de cruzamientos.

Cuadro 14. Cruzamientos segunda fase.

Porcentaje de sobrevivencia a las 36 horas post parto. CIAAB

Vacas Hereford

Padres

Hereford	97,8
Limousin	97,5
Charolais.....	88,6**
Holando.....	94,6

Vacas Hereford x Limousin

Padres

Hereford	100,0
Limousin	100,0
Charolais	88,0**
Holando	100,0

** F 0.1

Cuadro 15. Cruzamientos Segunda Fase.

Peso al nacimiento y peso al destete. CIAAB

Raza Padre	Raza de la madre							
	H				L H			
	Peso al nacer		Peso destete		Peso al nacer		Peso destete	
kg	Dif.*	kg	Dif.*	kg	Dif.*	kg	Dif.*	
H	33	-	161	-	33	0,0	181	12,26
L	36	9,6	169	5,0	37	12,1	185	14,9
C	41	24,2	176	9,3	43	30,3	201	24,8
Ho	35	6,1	176	9,3	39	18,2	201	24,8

H = Hereford; L = Limousin; C = Charolais; Ho = Holando

* Diferencia expresada en % con respecto al Hereford puro.

Cuadro 16. Cruzamientos Segunda Fase.

Efecto del sistema de apareamiento sobre peso al nacer y peso al destete. CIAAB.

Sistema de apareamiento	Peso al nacer		Peso al destete	
	kg	Dif.*	kg	Dif.*
Puros	33	--	161	--
Cruzas	37	12,1	174	8,1
Retrocruzas	36	9,1	184	14,3
Triplecruzas	40	21,2	203	26,1

* Diferencia % con respecto a los puros.

Cuadro 17. Cruzamientos Segunda Fase.

Peso al año y a 18 meses. CIAAB.

Raza Padre	Raza de la madre							
	H				L H			
	Peso año		Peso 18 m.**		Peso año		Peso 18 m.**	
	kg	Dif.*	kg	Dif.	kg	Dif.	kg	Dif.
H	211	--	316	--	231	9,5	344	8,9
L	220	4,3	328	3,8	227	7,6	346	9,5
C	241	14,2	363	14,9	--	--	--	--
Ho	245	16,1	371	17,4	--	--	--	--

* Diferencia % con respecto al Hereford puro.

**Sólo novillos.

Cuadro 18. Cruzamientos Segunda Fase.

Efecto del sistema de apareamiento sobre pesos al año y a 18 meses. CIAAB.

Sistema de apareamiento	Peso al año		Peso 18 meses	
	kg	Dif.*	kg	Dif.*
Puros	213	--	322	--
Cruzas	235	10,3	353	9,6
Retrocruzas	232	8,9	350	8,7
Triplecruzas	267	25,4	384	19,3

* Diferencia con respecto al puro.

Cuadro 19. Cruzamientos Segunda Fase.
Efectos de la raza sobre edad a la faena y algunos caracteres de res. Peso de faena = 488 kg.

Raza	Edad faena días	Rend. %	Músculo %	Grasa %	Hueso %
HH y 3/4 H	816	57,6	53,0	24,1	17,7
LH y 3/4 L	781	59,2	59,0	17,9	17,2
C H	730	58,8	63,1	12,7	18,2
Ho H	717	57,8	56,7	19,3	18,6

H = Hereford; L = Limousin; C = Charolais; Ho = Holando.

Cuadro 20. Cruzamientos Segunda Fase.
Edad y peso a la pubertad. CIAAB

Raza	Edad		Peso	
	días	Dif. %*	kg	Dif. %
H H	462	100,0	240	100,0
L H	457	98,9	280	116,7
C H	484	104,8	296	123,3
Ho H	409	88,5	267	111,3
H L H	421	91,1	225	93,8
L L H	485	105,0	296	123,3

* HH = 100

Cruzamientos con cebú.

La superioridad que podría lograrse al cruzar las razas británicas tradicionales con razas cebuinas, proviene de dos efectos diferentes: complementación en términos de adaptación al medio ambiente y explotación del vigor híbrido.

Desde el punto de vista de adaptación al medio ambiente las ventajas surgen de la complementación de algunas características fisiológicas que aporta el cebú, tales como resistencia a la temperatura, resistencia a parásitos externos y habilidad de utilización de forrajes de baja calidad.

Con el objetivo de evaluar las posibilidades de utilizar cruzamientos con Cebú en el Uruguay, el CIAAB, con la colaboración de la Asociación Rural de Tacuarembó, inició una serie de experimentos en predios colaboradores en el año 1970.

En cada una de las 4 localizaciones que proporcionaron los rodeos Hereford base, las vaquillonas fueron sorteadas en tres grupos similares que se inseminaron con semen de toros Hereford, Santa Gertrudis y Brahman.

En el primer ciclo la evaluación se hizo en base a crecimiento pre y postdestete y tipos de reses producidas.

En los cuadros 21 a 23, se pueden observar los resultados de esta evaluación.

Cuadro 21. Experimentos de cruzamientos con razas cebuinas.
Peso de novillos a distintas edades.

Raza	Pesos							
	7 m.		18 m.		24 m.		42 m.	
	kg	Dif. %	kg	Dif. %	kg	Dif. %	kg	Dif. %
H H	129	-	192	-	216	-	364	-
SG H	135	4,7	222	15,6	249	15,3	435	19,5
B H	145	12,4	257	33,9	287	32,9	483	32,7

H = Hereford; SG = Santa Gertrudis; B = Brahman

* Sólo 3 establecimientos.

Cuadro 22. Experimentos de cruzamientos con razas cebuinas.
Resultados de faena a distintas edades. CIAAB.

Edad Años	Raza	Peso 2da. balanza		Rendimiento	Cuarto pistola	
		kg	Dif. %		kg	Dif. %
3 1/2	H H	211	-	50,2	43,6	-
	SG H	251	19,0	52,0	49,7	14,0
	B H	261	34,6	54,8	59,9	37,4
4	H H	222	-	50,2	45,3	-
	SG H	282	27,0	51,7	58,6	29,4
	B H	319	43,7	55,4	65,3	44,2
4 1/2	H H	230	-	52,2	46,7	-
	SG H	286	24,3	53,2	59,4	27,2
	B H	338	47,0	55,8	69,7	49,3

H = Hereford; SG = Santa Gertrudis; B = Brahman.

Cuadro 23. Comportamiento de distintas cruces en la EELF.
Faena a 2 años. 518 días de prueba. CIAAB.

Raza	Nº	Peso inicial kg	Peso final kg	Ganancia/día	
				kg	Dif. %
H x H	11	190	455	0.512	-
H x HL	11	212	490	0.537	4,9
Ho x H	15	195	511	0.610	19,1
L x HoH	9	226	517	0.562	9,8
H x HC	17	210	496	0.552	7,8
B x H	21	168	464	0.571	11,5

H = Hereford; L = Limousin; Ho = Holando; C = Charolais; B = Brahman.

Resultados en otros países.

Como se ha indicado la literatura en este aspecto es muy amplia. Se recomienda para una revisión exhaustiva la recopilación de Koger, Cunha y Warnick "Crossbreeding beef Cattle Series 1 y 2 (1961 y 1971).

Como trabajo principal se discutirá el experimento que se está conduciendo desde 1969 en el Meat Animal Research Center, Nebraska, denominado Programa de evaluación de Germoplasma.

El diseño tiene como objetivo principal el de caracterizar razas que representan diferentes tipos biológicos en ambientes alimenticios y situaciones de producción diferentes para todas las características biológicas relacionadas a la producción económica de carnes.

En el primer ciclo se inseminaron vacas Hereford y Angus con toros Hereford, Angus, Simmental, Charolais, Limousin, South Devon y Jersey, para producir tres destetes en 1970-71-72.

Conclusiones.

1. Resultados obtenidos en cruces recíprocos entre razas británicas indican que la heterosis puede incrementar el peso de ternero destetado por vaca en stock en 23%.
2. En los programas de cruzamiento se debe incluir la vaca cruzada ya que más de la mitad de la ventaja indicada deriva de su uso.
3. En ciertas situaciones se pueden aparear toros de razas de gran tamaño adulto y madurez tardía con vacas de tamaño pequeño o medio, para incrementar la eficiencia de producción.
4. Las ventajas están disminuidas por el alto % de dificultades de parto cuando se obtienen partos a 2 y 3 años de edad.
5. Para disminuir el problema de dificultades de parto se deberían utilizar apareamientos entre razas compatibles hasta que las vacas tengan 4 años de edad.
6. Las razas maternas deben estar bien adaptadas al ambiente climático y de alimentación y a la situación de producción.

V. SISTEMAS DE CRUZAMIENTOS

Se han indicado diferencias entre razas en caracteres tales como crecimiento, caracteres de res, tamaño adulto y producción de leche. Se debe considerar además las diferencias que existen entre distintas áreas del país, en términos de producción y calidad de forrajes, que nos darán la base nutricional de la empresa de carne.

Para maximizar la eficiencia el ganado que varía en capacidad de comportamiento requiere diferentes cantidades y calidades de alimentos para proveer sus necesidades de crecimiento, mantenimiento, lactancia y reproducción.

En el cuadro 24, se pueden observar resultados de la comparación del comportamiento de vaquillonas Angus y Angus x Holando que ejemplifican lo indicado.

Cuadro 24. Comparación entre vaquillonas Angus - Holando y Angus, en condiciones extensivas.

Item	Angus	Angus x Holando
Nº de vacas	27	23
Producción de leche 200 días kg	796	1137
Peso antes del parto kg	345	395
Peso al destete kg	342	370
Preñez con 90 días entore %	63	13

En relación al tamaño de la vaca resultados recientes parecen indicar que no influye significativamente en la eficiencia total de la carne producida. En general la prole de vacas grandes, tanto dentro como entre razas, producen más carne utilizable. Sin embargo estas ventajas son disminuidas por el mayor consumo de alimentos.

Aunque en esta área no está dicha la última palabra es de suma importancia sin cruzar los recursos genéticos con los alimenticios y de otra índole.

Estos hechos nos llevan a determinar que cuando pretendemos planificar un plan de cruzamientos la elección de las razas es fundamental a efectos de que se adapten a la generalidad de los recursos disponibles para maximizar la economía de la producción en el rodeo considerado.

El uso de la heterosis es más dificultoso en ganado que en aves y maíz, debido a su baja tasa reproductiva y al largo intervalo entre generaciones. Se pueden utilizar sistemas de cruzamientos que restauran significativamente los niveles de heterosis de una generación a otra.

El sistema de cruzamiento a elegirse no es universal. Depende de las facilidades disponibles en cada rodeo: tales como N° de vacas, potreros de entore, mano de obra y cantidad y calidad del alimento. Cualquier sistema podría ser factible cuando se tienen facilidades para realizar un programa de I.A. Como este punto puede ser discutible y hay expertos que no lo recomiendan para usar en ganado de carne, la consideración de los distintos sistemas se hará con el uso de toros.

Sistemas rotativos.

En las figuras 5 y 6, se diagraman cruzamientos rotativos a 2 y 3 razas respectivamente.

El rotativo a 2 razas se necesitan 2 potreros de entore y las vaquillonas se deben identificar de acuerdo a la raza de su padre. En el rotativo de 3 razas por el agregado de una tercera raza se necesita un potrero de entore adicional.

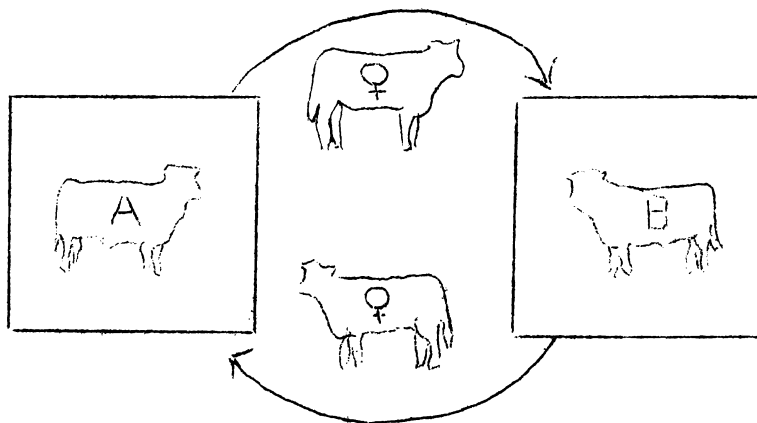


Figura 5. Sistema de cruzamiento rotativo a dos razas. Se incrementan kg de ternero destetado por vaca expuesta en aproximadamente 15%.

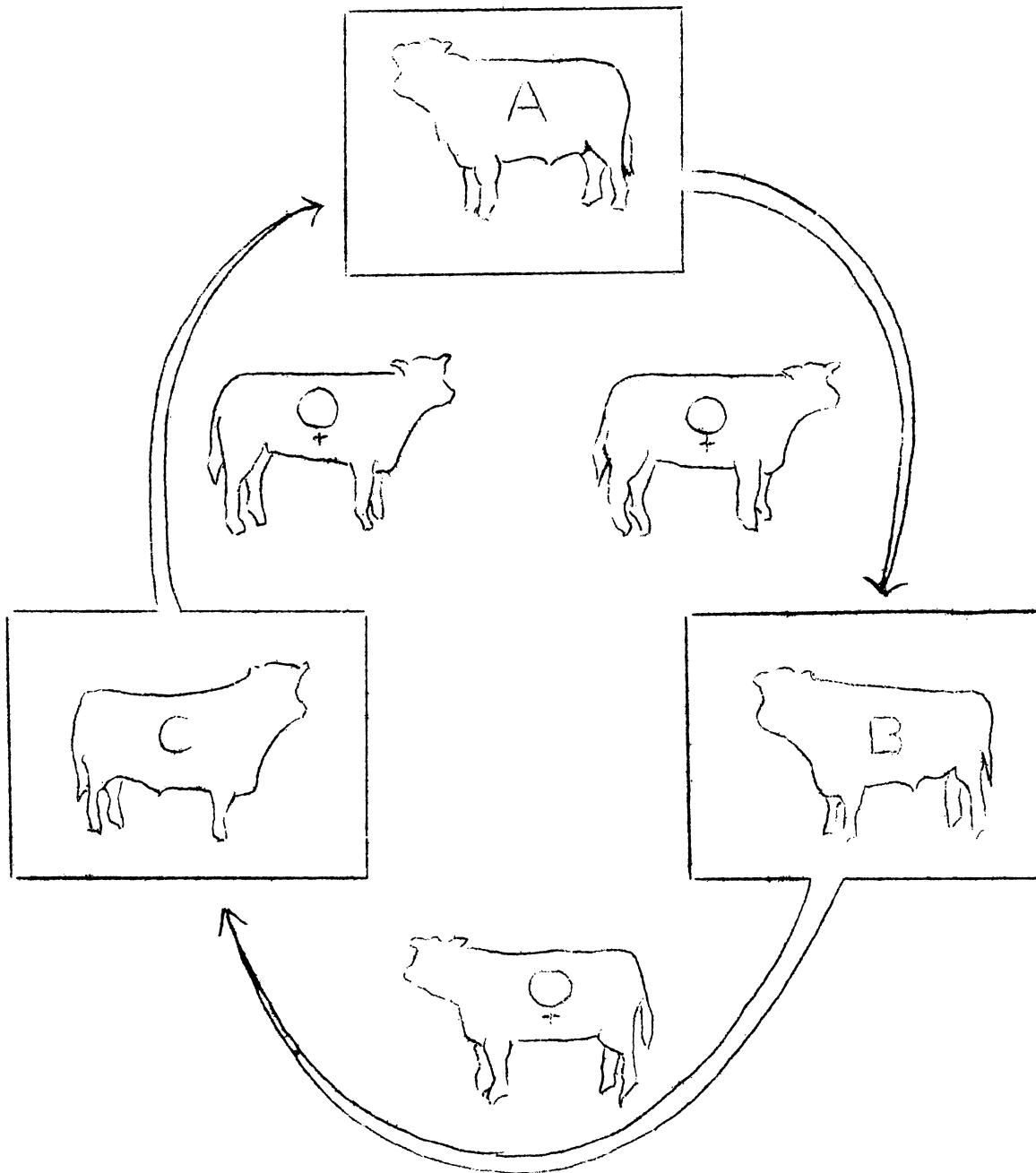


Figura 6. Sistema de cruzamiento rotativo a tres razas.
Se incrementan kg de ternero destetado por vaca expuesta en -
aproximadamente 20%

En los cuadros 25 y 26, se puede observar el nivel de heterosis esperado y la composición genética aditiva en cada generación a medida que el sistema se implanta. Los sistemas rotativos restauran un importante nivel de heterosis y los niveles de heterocigocidad fluctúan al principio. En ambos casos una vez que las hembras cruza se incluyen en el sistema, el comportamiento por heterosis se incrementa para mantenerse posteriormente con mínimas fluctuaciones.

Cuadro 25. Composición genética y nivel de heterosis esperado en un sistema de cruzamientos a dos razas.

Gen.	Padre	Compos. genética aditiva				Heterocigocidad		Peso ternero destetado x vaca expuesta % *
		Madre		Ternero		Madre	Ternero	
		A	E	A	B			
1	A	--	100	50	50	0	100	8,5
2	B	50	50	25	75	100	50	19,0
3	A	25	75	63	37	50	75	13,8
4	B	63	37	69	31	75	62	16,4
5	A	69	31	66	34	62	69	15,1
6	B	66	34	67	33	69	66	15,8
7	A	67	33	67	33	66	67	15,9
8	B	67	33	67	33	67	67	15,5

* Basado en un efecto de heterosis de 8,5% en el ternero cruza y 14,8% en una vaca cruza.

Cuadro 26. Composición genética y nivel de heterosis esperado en un sistema de cruzamientos a tres razas.

Gen.	Padre	Compos. genética aditiva						Heterocigocidad		Heterosis %
		Madre			Ternero			Madre	Ternero	
		A	B	C	A	B	C			
1	A	--	--	100	50	0	50	0	100	8,5
2	B	50	0	50	25	50	25	100	100	23,3
3	C	25	50	25	12	25	62	100	75	21,2
4	A	12	25	62	56	12	31	75	88	18,5
5	B	56	12	31	28	56	16	88	88	20,4
6	C	28	56	16	14	28	58	88	84	20,1
7	A	14	28	58	57	14	29	84	86	19,8
8	B	57	14	29	29	57	14	86	86	20,0

La composición genética aditiva fluctúa siendo mayor para la raza padre más reciente y menor para la más remota. Por ejemplo en la 8va. generación en una vaca de un rotativo a tres razas el 57% de los genes provienen de su padre, el 29% de su abuelo y el 14% de su bisabuelo, raza ésta a la que se debe aparear.

Los sistemas rotativos deben incluir razas similares en peso al nacer, tamaño y lactancia y adaptadas a la alimentación y otros recursos disponibles. Una de las razones más importantes es el impedir las dificultades de parto

y las pérdidas de terneros asociadas, especialmente en vacas de 2 y 3 años - al parto cuando se aparean con toros de una raza de tamaño mucho mayor.

El uso de razas comparables en tamaño y lactación es importante además porque permite el uso de un único esquema nutricional y de manejo. Si uno de los grupos raciales intervinientes fuera mucho más grande y con más producción de leche, necesitaría un manejo alimenticio diferencial durante el período pre y post parto, para evitar problemas de pérdida de fertilidad.

Una de las ventajas del sistema rotativo es que los remplazos son provistos por el propio sistema y existe aún una oportunidad mayor de selección entre ellos que en un sistema de cría pura, ya que el porcentaje de destete y la longevidad de los vientres es mayor.

Los toros que se seleccionan para usar en un sistema de cruza rotativo deben ser seleccionados de la misma manera que en un sistema de cría de pura raza.

Sistemas terminales estáticos.

En la Figura 7, se diagrama el sistema.

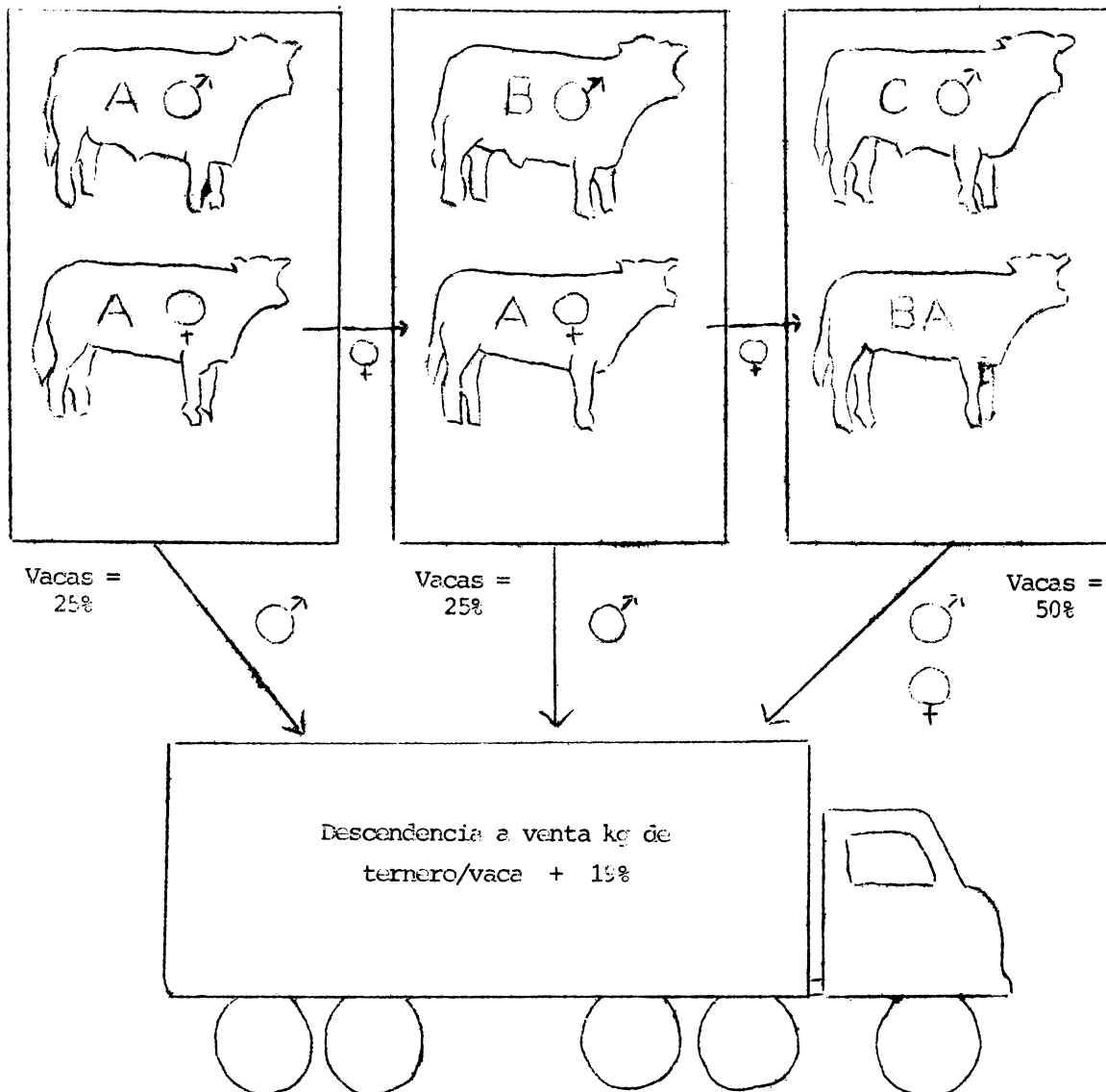


Figura 7. Sistema de cruzamiento estático terminal con tres razas.

En este sistema las vacas puras A, se aparean a una raza B y las hembras F1, AB, se aparean a una tercera raza C y la progenie resultante se vende tanto machos como hembras.

Las primeras dos razas (A y B), deben ser seleccionadas para sincronizar tamaño y producción láctea con los recursos alimenticios disponibles. Sin embargo una raza puede ser más grande y tener menos producción de leche y otra más pequeña, con mayor producción, pero siempre se debe mantener uniformidad de requerimientos entre hembras F1 y raza A.

En la raza C, se debe enfatizar en ganancia de peso y en caracteres de res para maximizar estos caracteres en la progenie que se venda.

La ventaja principal del sistema es que los kgs. de carne vendidos pueden incrementarse por unidad de alimento consumido por la vaca y el ternero.

En el sistema no obstante existe un sacrificio de heterosis ya que un 25% de las vacas se deben mantener para producir reemplazos puros y otro 25% para producir F1 (AxB).

La superioridad en fertilidad y habilidad materna de las cruzas se sacrifica en 50% de los vientres y la heterosis en el ternero en el 25% del rodeo. La máxima heterosis se logra sólo en la craza terminal que incluye el 50% del sistema.

Otra desventaja es que se puede hacer poca o ninguna selección entre los reemplazos, pero esto generalmente se sobrevalora ya que la investigación ha demostrado que el 80 a 90% del mejoramiento genético en un rodeo es atribuible a la selección en los toros.

La implementación del sistema requiere por lo menos 3 potreros, de entore, aunque 1 podría ser eliminado haciendo apareamientos al azar en un solo potrero A x A y A x B. Por otra parte la raza terminal podría eliminarse en los 2 primeros partos si existieran problemas de distocia, haciendo retrocruzas lo que complica el sistema.

Se logra un 19% de incremento de peso al destete por vaca expuesta con respecto a las razas puras, pero no ofrece grandes ventajas sobre un rotativo a tres razas.

Si se pudiera predeterminar el sexo en la craza terminal ofrecería innegables ventajas ya que más del 40% de los terneros provienen de la raza terminal.

La decisión final dependerá de preferencias personales, consideraciones de mercado y facilidades de manejo en operaciones específicas.

Sistema rotativo terminal.

El sistema se esquematiza en la figura 8.

El 45% de los vientres se usan para producir reemplazos a 1er. y 2do parto en un sistema rotativo y el 55% restante de 3er. parto o mayores para cruzar con una raza terminal excelente en velocidad y eficiencia de crecimiento y calidad de res.

Para el máximo beneficio las razas que intervienen en la porción rotativa del sistema deben ser compatibles a efectos de eliminar los problemas de parto.

Si bien el sistema no permite prácticamente selección entre los reemplazos, se usan sólo hembras cruzas permitiendo el máximo uso de la heterosis.

* * *

Edad de vacas	Nº de vacas	Rotación a 2 razas c/raza terminal	Rotación a 3 razas c/raza terminal
1 2 3	20 19 15		
4 5 > 5	13 12 42		
lg de ternero/vaca		21%	24%

Figura 8. Sistemas de cruzamientos rotativos a dos y tres razas, con raza terminal. Se consideran 100 vacas y 20 vaquillonas de un año.

BIBLIOGRAFIA

Sólo se cita bibliografía de los últimos años, que permitirá que el interesado obtenga las bases para efectuar una revisión exhaustiva.

1. CARTWRIGHT, T.C. Selection criteria for beef production for the future. J. of Animal Science 30:706.
2. CARTWRIGHT, T.C. et al. Hybrid vigor in brahman-hereford crosses. Texas Agr.Exp.Sta.Technical Monograph. 1. 1964.
3. CUNIFF, L.V. Experimental results con crossbreeding cattle for beef - production. J. of Animal Science 30:694.1970.
4. CUNIFF, L.V. Foundations for animal breeding research. J. of Animal Science. 44:311.1977.
5. CUNIFF, L.V. y K.E. GREGORY. Beef cattle breeding.USDA. Agric.Inf.Bulletin.286.1977.
6. DICKERSON, D.E. Inbreeding and heterosis in animals. In: Proceedings of Animal Breeding and genetics Symposium in honor.of Dr.Jay L.Lush.
7. Germ plasm evaluation Program.
 - A. Proress reports: 1(1974); 2(1975); 3(1976); 4(1976); 5(1977) y 6(1978).
 - B. Publicaciones en revistas: Characterization of biological types of - cattle:
 - I. Dystocia and preweaning growth J. Anim. Sci. 43:27. 1976.
 - II. Postweaning growth and feed efficiency of steers. J.of Anim.Sci. 43:37. 1976.
 - III Carcass composition, quality and palatability.J.Anim.Sci. 43:48. 1976.
 - IV. Postwe a ning growth and puberty of heifers.J.of Anim.Sci.43:63 1976.
 - V. Carcass wholesale cut composition.J.of Anim.Sci. 45:30. 1977
 - VI. Transmitted and maternal effects on birth and survival traits in progeny of young cows.J.of Anim.Sc.46/892.1978
 - VII Milk production in young cows and transmitted and maternal effects on preweaning growth of progeny. J.of Anim.Sci. 46:908.1978
Heterosis and breed maternal and transmitted effects in beef - cattle:
 - I. Preweaning traits.J.of Anim.Sci. 47:1031. 1978.
 - II. Growth rate and pubert of heifers. J.of Anim. Sci. 47:1042. 1978.
 - III Growth traits of steers. J.of Anim. Sci. 47:1054. 1978.
 - IV. Carcass traits of steers.J.of Anim. Sci. 47:1063. 1978.
8. KOGER, M., T.J. CUNHA y A.C. WARNICK. "Crosbreeding beef cattle". Series 2. 1973 (Traducido al español: "Cruzamientos en ganado vacuno - de carne". Edit. Hemisferio Sur. 1976.
9. LASTER, D.B. y K.E. GREGORY. Factors influencing peri and early post --- natal calf mortality. J.of Anim.Sci. 37:1092 1973.
10. LASTER, D.B. et al. Factors affecting dystocia and the effects of dystocia on subsequent reproduction in beef cattle J.of Anim.Sci. - 36:695. 1973.
- 11 MASON, I.L. Hybrid vigor in beef cattle.Animal Breeding Abstracts. 34:453 1966.
12. MASON, I.L. Comparative beef performance of the large cattle breeds of - Western Europe. Animal Breeding Abstracts. 39: 1. 1971.

13. MORRIS, C.A. y J.W. WILTON. Influence of body size on the biological efficiency of cows: A review. Canadian Journal of Anim.Sc. 56:613. 1976.
14. SCARSI, J.C., D.E.GEYRONAT, T.GEANIZO y J. DE ALBA. Cruces entre razas británicas y Limousin para producción de carne. A.L.P.A. Mem. 4: 70. 1969.
15. SCARSI, J.C., J. DE ALBA, D. VAZ MARTINS. Cruces entre razas británicas y Limousin para producción de carne. Evaluación de canales y calidad de carne. A.L.P.A. Mem. 6:183 (Abst.) 1971.
16. SCARSI, J.C., J. DE ALBA, D.VAZ MARTINS y D.E.GEYRONAT; Distocia y Longitud de gestación en cruces de toros Limousin sobre razas británicas. A.L.P.A. Mem. 6:53. 1971.
17. TRENKLE, A. y F.L. WILLHAM. Beef production efficiency. Science 198:1009. 1977.

* * *