

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**HETEROSIS Y DESEMPEÑO EN
CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO EN
LAS RAZAS ANGUS, HEREFORD Y SU
CRUZA F1**

por

Martín ROGBERG MUÑOZ

**Tesis presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2006**

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ana Carolina Espasandin

Diego Gimeno Olano

Fernando Pereyra

Fecha: 4 de Agosto de 2006

Autor: -----
Martín Rogberg Muñoz

AGRADECIMIENTOS

A mis padres.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	V
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	2
2.1 HETEROSIS O VIGOR HIBRIDO	2
2.2 PESO EN FUNCION DEL TIEMPO	5
2.2.1 <u>Parámetros para comparar el crecimiento</u>	5
2.3 FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO DE LA CANAL	6
2.4 VARIABLES DE CRECIMIENTO	8
2.4.1 <u>Peso al nacer</u>	8
2.4.2 <u>Peso al destete</u>	9
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	14
3.1 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO	14
3.2 LOCALIZACION	15
3.3 MANEJO DEL SISTEMA	15
3.4 DESCRIPCION DEL TRABAJO	17
3.5 PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	18
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	20
4.1 HETEROSIS EN CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO	20
4.1.1 <u>Peso al nacer</u>	21
4.1.2 <u>Peso al destete</u>	22
4.1.3 <u>Destete – Faena</u>	24
5. <u>CONCLUSIONES</u>	32
6. <u>RESUMEN</u>	33
7. <u>SUMMARY</u>	34
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	35

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No	Página
1. Valores de Heterosis publicados en diferentes etapas del crecimiento de animales cruza entre las razas Hereford y Angus.	4
2. Diseño del experimento dialélico entre Angus y Hereford realizado en EEBM durante el periodo 1993-2003	14
3. Número de animales por genotipo en todo el experimento	18
4. Peso al nacer (Kg) según genotipo	21
5. Peso al destete (Kg) según genotipo	22
6. Peso Vivo de vaquillonas desde el destete hasta 24 meses de edad en diferentes grupos genéticos	26
7. Peso Vivo de novillos desde el destete hasta la faena (756 días) de diferentes grupos genéticos	27

Figura No

1. Ganancia diaria de peso en función de la edad de las madres al momento del parto	11
2. Efecto de la época de nacimiento sobre el peso al año de edad	12
3. Efecto del año de nacimiento el peso al año de edad.....	12
4. Diseño y Dinámica del experimento de cruzamientos desarrollado en la Estación Experimental de Bañados de Medina (EEBM).....	16
5. Heterosis observada para Peso Vivo desde el nacimiento hasta los 18 meses para machos y hembras de la cruza entre las razas Hereford y Angus	20
6. Ganancia diaria de peso (kg/día) en el periodo Nacimiento-destete por grupo genético genotipos	23
7. Evolución del peso vivo de machos de diferentes grupos genéticos durante el período destete-30 meses	25
8. Evolución del peso vivo de hembras de diferentes grupos genéticos durante el período destete-24 meses	25
9. Ganancias diarias de peso durante la recría y engorde de novillos de diferentes grupos genéticos.....	28
10. Ganancias diarias de peso durante la recría de vaquillonas de diferentes grupos genéticos.....	29
11. Ganancia diaria mensual en diferentes genotipos en el período nacimiento-30 meses de edad	30

1. INTRODUCCIÓN

Los cruzamientos en bovinos para carne constituyen una herramienta genética de gran utilidad para los productores, por sus resultados inmediatos y su fácil aplicación. El apareamiento de dos o más razas tiene como finalidad la generación de heterosis, la incorporación de variabilidad genética y la posibilidad de combinar características relevantes como precocidad, tolerancia al calor y a los ectoparásitos, terneza y otros caracteres cualitativos. Los resultados de los cruzamientos dependen de las diferencias de frecuencias génicas existentes, lo cual resulta en un incremento de la heterocigosis de la craza, y del tipo de dominancia.

Está demostrado que cuanto mayor es la divergencia genética entre las razas mayor es la heterosis (Cundiff 1970, Willham 1970). Por tal motivo varios trabajos han encontrado mayores niveles de heterosis en cruces de *Bos indicus* con *Bos taurus* que en cruces de razas europeas entre sí (Franke 1980, Long 1980, Gregory et al. 1985).

En general los cruzamientos entre razas tienen un efecto positivo sobre el comportamiento reproductivo y productivo de los rodeos. Sin embargo, cuando la madre es de raza pura y el ternero cruza los datos experimentales no han sido consistentes, variando los niveles de heterosis en signo y magnitud como lo señalan Miquel y Molinuevo (1986).

En función de lo expuesto, el objetivo de este trabajo se centra en el estudio de la heterosis producida en el cruzamiento entre las razas Hereford y Angus, en características de crecimiento.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 HETEROSIS O VIGOR HIBRIDO

Dickerson (1969), define algunos parámetros de cruzamiento:

- ◆ Diferencias genéticas individuales (g^I) y maternas entre las razas (g^m)
- ◆ Diferentes niveles de heterosis individual (h^I)
- ◆ Diferentes niveles de heterosis maternal (h^m)
- ◆ Otros: diferencia genéticas paternas, perdidas por recombinación individual, maternal y paternal.

La heterosis o vigor híbrido es la diferencia en productividad entre los animales cruza frente al promedio de los animales puros (razas parentales).

Para su determinación no sólo se necesita conocer la producción de cada una de las razas paternas (AA, BB), sino también la de los animales cruza, y a través de cruzamientos recíprocos (AB, BA); esto es, que ambas razas deben intervenir como padre y como madre. De acuerdo a la definición se estima en términos absolutos como:

$$\text{Heterosis} = \frac{AB + BA}{2} - \frac{AA + BB}{2}$$

expresándose en la unidad de la característica.

En términos porcentuales, se refiere a la superioridad en porcentaje por encima de las razas paternas, calculándose como:

$$\text{Heterosis} = \frac{\frac{AB + BA}{2} - \frac{AA + BB}{2}}{\frac{AA + BB}{2}}$$

Este tipo de vigor híbrido exhibido, medido en los animales, se denomina vigor híbrido individual. Existen otros tipos de vigor híbrido, el paternal y el maternal, en

donde se mide la superioridad en el uso de padres (madres) cruzas en relación a los de padres (madres) de razas puras.

Las características en donde se manifiesta con más intensidad el vigor híbrido son aquellas que poseen baja heredabilidad (proporción de los caracteres observables en los progenitores que son transmitidos a la progenie: $(h^2 = V_A/V_F)$). Según Anderson (1990) el peso al nacer presenta un moderado nivel de heredabilidad (0.35-0.40) al igual que el peso al destete (0.25-0.30). Las ganancias post destete según este autor, presentan un valor de moderado a alto (0.30-0.45), mientras que el peso al año de edad se caracteriza por tener valores altos de heredabilidad (0.50-0.55).

La magnitud del vigor híbrido por otro lado también se encuentra afectada por la distancia genética existente entre las razas utilizadas. Cuanto mayor distancia genética, mayor será el vigor híbrido resultante.

Por otro lado, el resultado en el desempeño de los cruzamientos también se encuentra relacionado a la complementariedad entre las razas participantes. Este efecto complementario hace que determinados cruzamientos aparezcan como los sistemas de producción de mayor rendimiento, independientemente del vigor híbrido involucrado.

La heterosis es máxima en el primer cruzamiento (F1, tratándose de dos razas solamente) para luego decaer aproximadamente a la mitad, al aparear machos y hembras F1.

Muchos autores estudiaron este efecto en diferentes momentos y en diferentes países. En el Cuadro 1 se presenta un resumen de los valores de heterosis encontrados por varios autores, en diferentes etapas durante el crecimiento de bovinos cruza entre las razas Hereford y Angus.

Cuadro 1. Valores de Heterosis publicados en diferentes etapas del crecimiento de animales cruza entre las razas Hereford y Angus

AUTOR	Genotipo (*)	Kg al nacer	HETEROSIS (%)					
			Nacimiento	Destete	Año Machos	Año Hembras	Post año Machos	Post año Hembras
Gregory et al (1965)	AH	33,3	3,8		4	6,9	3,4	6
	HA	33,7						
Gregory et al (1978)	AH	36,7	2,3	3,5	4,9	3,6	3,5	3,4
	HA	37						
Gaines et al (1967)	AH	30,8	2,9		5,3		4	4,3
	HA	31,1						
Pahnish et al (1969-1971)	AH	35	3,1	2,6		2		1,3
	HA	34						
Sagebiel et al (1973-1974)	AH	32	1,5	5,7			4	7,7
	HA	32,2						
Long (1975-1980)	AH	30,3	3,1	7,2		6,2	5	5
	HA	30,1						
Alenda et al (1980)	AH			5,5				
Dillard et al (1980)	HA			4,4				
Smith et al (1976)	AH/HA	33,7		5	0,9			
Melucci et al (1991)	HA			3,7				
Mezzadra et al (2004)	HA			9.9			7.2	7.2

(*) A: Aberdeen Angus H: Hereford

Según Gregory y Long (1978), la heterosis es afectada por la edad, el nivel alimenticio y el ambiente en que los animales son criados. Estos autores afirman que hay un efecto de las madres Angus, en donde sus hijos presentan bajos pesos al nacer y mayores tasas de ganancias entre el nacimiento y el destete. Demuestran también que hay diferencia en los cruzamientos recíprocos (AH y HA) antes y después del destete. Los hijos de madres Angus presentan mayor heterosis hasta el destete, luego los hijos con madre Hereford tienen las mejores performances, siendo explicado por una mayor

habilidad materna de la raza Angus. Este efecto, Dickerson (1969) lo definió como efecto genético materno (g^m).

Los hijos de madres Angus presentan mayor efecto genético materno hasta el destete, siendo explicado por una mayor habilidad materna de la raza Angus, tendencia que es revertida luego de la separación de las madres, en donde los hijos de vacas Hereford se vuelven más eficientes en el crecimiento post destete, existiendo tal vez un efecto compensatorio.

También sostienen que los mayores efectos heteróticos para crecimiento se manifiestan hasta el destete en los machos y post destete en las hembras. No encontraron explicación a las diferencias de heterosis entre machos y hembras, sosteniendo que aparentemente no estarían involucrados los cromosomas X e Y (Gregory et al., 1978b). Gaines y Sagebiel, citados por Long (1978) tampoco encontraron explicación a esta diferencia entre sexos.

2.2 PESO EN FUNCION DEL TIEMPO

Cuando el crecimiento de un animal que consume alimento de alta calidad a voluntad, es expresado en términos de peso corporal en función del tiempo, se observa la típica curva sigmoidea.

Lawrence y Fowler (1997) describen las curvas propuestas por Brody, Gompertz y Richards, entre otros para describir el crecimiento animal. Estas curvas constan de tres fases: una de crecimiento lento, otra acelerada y finalmente una desaceleración hasta alcanzar el peso maduro (Lawrence y Fowler, citados por Di Marco, 1998). Se interpreta que la forma de la curva es el resultado de dos fuerzas que operan en sentido opuesto durante el proceso de crecimiento. Una es la fuerza de aceleración debido al incremento de unidades de replicación (células, tejidos), lo cual haría que la tendencia de la masa corporal en el tiempo siga un patrón exponencial. La otra fuerza contrarresta la anterior, y se debe al tiempo requerido para la formación de estructuras tisulares complejas que se necesitan para mantener la funcionalidad de todo el organismo cuando el animal aumenta el peso. La fase lineal se interpreta como el balance entre ambas fuerzas.

2.2.1 Parámetros para comparar el crecimiento

Existen diversas maneras de medir el crecimiento de los animales en forma puntual, final o relativa.

Peso máximo o peso maduro. Se acepta que los animales crecen hasta un peso máximo o peso maduro. Sin embargo es importante mencionar que si bien es posible medir dicho peso máximo en animales pequeños, es imposible medirlos en animales grandes como los vacunos, por lo cual hay distintas interpretaciones de que es el peso máximo y diferentes formas de medirlo.

Maduración y engrasamiento: Estos son criterios para comparar diferencias de animales de distinto tamaño corporal. El estado de madurez se refiere al peso actual en relación al peso máximo. Los animales de maduración rápida son aquellos que en menor tiempo alcanzan el mismo grado de madurez. Engrasamiento se refiere a la cantidad de grasa que depositan al mismo estado de maduración, es decir, a una misma proporción del peso máximo. La maduración rápida se refiere al potencial de ganancia de peso, y el engrasamiento rápido a la velocidad de terminación. Por ejemplo, los animales Hereford aumentan de peso a más velocidad que los Angus, pero estos tendrían mayor velocidad de terminación, ya que son de similar engrasamiento a menor tasa de ganancia de peso.

Con frecuencia, los términos "desarrollo" y "crecimiento" son usados indistintamente pese a la diferencia de significados, que existe entre ellos.

Crecimiento: es incremento en el peso (aumento de masa) antes de alcanzado el peso de madurez producto de una división celular (hiperplasia), elongación de células (hipertrofia) o incorporación de material desde el medio ambiente.

Desarrollo: son los cambios de forma y composición del cuerpo antes de alcanzada la madurez producto del crecimiento y diferenciación celular.

Ambos procesos deben ser controlados, ordenados y organizados a diferencia de las células cancerígenas que no siguen un orden y sólo se multiplican.

Por lo tanto, la producción animal, se debe entender como el conjunto de procesos tanto de crecimiento como de desarrollo que al combinarse producen un animal con buenas características productivas.

La medida de crecimiento y desarrollo, desde el punto de vista productivo, es el peso de la canal que obtiene un animal a una cierta edad. Es mejor indicador que el peso vivo ya que es más constante al no considerar, por ejemplo, las vísceras; las cuales pueden variar su peso según su contenido (agua, alimento, etc).

2.3 FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO DE LA CANAL

El crecimiento de la canal no sólo se ve afectado por la edad, sino que también por:

1) FACTORES GENETICOS

a) Relación músculo: hueso (M:H)

- En bovinos el animal de carne posee mayor relación M:H que las razas lecheras.

b) Madurez temprana

En bovinos no todas las razas de carne alcanzan su peso maduro a la misma edad, produciéndose engrasamiento de la canal en las más precoces.

2) FACTORES AMBIENTALES

Los factores ambientales son todos aquellos elementos no genéticos que modifican, o influyen sobre la expresión de cualquier característica en los seres vivos; tales como: Tipo de alimentación, temperatura, precipitación pluvial, edad de la madre, sexo de la cría, año de nacimiento, tipos de manejo en general y otros. Estos factores presentan muchas veces una influencia muy marcada sobre características de productividad en el ganado especializado en la producción de carne. Efectos que si no se detectan y eliminan a tiempo, pueden llegar a transformar por completo a un buen programa de mejoramiento genético; debido a que estos programas se basan en la variación de las características que es producida por la constitución genética de los animales, la cual es generalmente diferente de un animal a otro. Sumada la variación descrita a la debida a efectos ambientales, forman la variación total para cualquier característica en un grupo de animales. Es por esto, que se hace necesario el conocimiento de la magnitud de los efectos de los factores ambientales sobre la característica en cuestión, para eliminar la variación debida a ellos y quedar solo con la producción por la constitución genética de los animales, la cual deberá ser considerada al final como la variación total genética del animal son los que se heredan de padres a hijos y no los debidos a factores ambientales

El potencial genético de los animales se expresa en la medida que las condiciones ambientales lo permitan. El ambiente no modifica de forma directa la constitución genética del individuo, pero sí determina la extensión con que se expresa. Sin embargo, cuando se considera una serie de ambientes, se detecta además de los efectos genéticos y ambientales, un efecto adicional causado por la interacción de los mismos.

La Interacción Genotipo-ambiente se define como la alteración del desempeño del genotipo medido en dos o más ambientes. Este tipo de estudios son de mucha utilidad en programas de mejoramiento genético, pues existe la posibilidad de que los mejores genotipos en un ambiente no lo sean en otro (Bowman, 1981).

- **Factor Sexo:**
La curva de engrasamiento presenta una gran diferencia entre machos y hembras, en donde la deposición de grasa comienza antes en las hembras (Lawrence y Fowler, 1997).

- **Factores Nutricionales:**
Si los factores nutricionales no se ajustan a los requerimientos del animal, se producirá un cambio en la curva de crecimiento de los distintos tejidos.

Si los niveles de energía sobrepasan los requerimientos del animal (balance energético positivo), el depósito de grasa aumentará dependiendo del excedente de energía respecto al requerimiento total del animal para huesos y músculos.

Si los niveles nutricionales son menores que los requerimientos del animal (balance energético y nutricional en general negativo) se producirá un menor crecimiento de las distintas porciones del cuerpo.

2.4 VARIABLES DE CRECIMIENTO

2.4.1 Peso al nacer

Una de las características de mayor importancia para la producción bovina ha sido el peso al nacer, dado que el mismo está directamente relacionado a la facilidad de parto, especialmente de vaquillonas. Las vacas que experimentan problemas al parto, presentan mayores probabilidades de pérdida del ternero, producen menos leche y retornan a la actividad reproductiva más tarde. A su vez, trabajos de investigación han demostrado que los procesos digestivos del ternero son afectados por un parto difícil. Estos problemas, junto al costo extra que implica la asistencia al momento del parto, determinan la importancia económica de esta característica. Es claro que el aseguramiento de la facilidad de parto tiene un efecto económico de gran importancia para la ganadería nacional.

Los esquemas de selección utilizados han puesto especial cuidado en el mantenimiento o disminución de los valores de EPD de peso al nacer de los animales, sin embargo la correlación existente entre esta característica y las de crecimiento, ha provocado un inevitable incremento de la misma. En este contexto, la característica facilidad de parto adquiere particular relevancia tanto para el bienestar de la madre y el ternero, como para la futura habilidad de producción de la vaca (Soares de Lima et al., 2002).

Tradicionalmente, se han utilizado EPDs de peso al nacer para predecir dificultades de parto. Si bien el peso al nacer está directamente relacionado a dificultad de parto, no la estaría explicando en su totalidad. Existen evidencias científicas que indican que el 40-60 % de los problemas de parto estarían explicado por esta característica (Lowell, citado por Soares de Lima et al., 2002).

Los principales países productores de carne están utilizando una escala para el registro de problemas de parto. La misma presenta cinco niveles:

- 1- Sin necesidad de asistencia
- 2- Asistencia menor
- 3- Asistencia mayor
- 4- Cesárea
- 5- Mala presentación del feto

Los grados 1, 4 y 5 son definidos con la terminología utilizada, Asistencia Leve es cuando interviene una sola persona sin ayuda mecánica y Asistencia Mayor cuando se requiere de dos personas o una con ayuda mecánica.

Se debe tener en cuenta que la facilidad de parto está determinada por dos componentes. El componente directo es el resultado de la genética del ternero: sexo, tamaño, peso y conformación del mismo. El componente maternal, llamado facilidad de parto maternal, es el entorno brindado por la madre, es decir: edad, número de partos, estado corporal, niveles hormonales, área pélvica de la madre y ambiente uterino.

La facilidad de parto es sin embargo un rasgo que se registra en pocas categorías de la escala y la mayoría de las observaciones se concentran en el primer nivel de la misma, es decir sin asistencia. Dentro de los partos registrados en esta categoría, a su vez hay grandes diferencias, ya que es muy difícil distinguir entre vacas que tienen 2 o 5 horas de trabajo de parto y son registradas como Sin asistencia.

2.4.2 Peso al destete

Se entiende por destete al momento en el cual el ternero es separado definitivamente de su madre. Es de gran importancia tanto para la vaca como para el ternero. Para la vaca, porque influye sobre su comportamiento reproductivo en el siguiente entore y para el ternero marca la iniciación de una nueva etapa de su vida en que cesa el consumo de leche materna, pasando a depender por completo del alimento que le proporcione el criador. Además, es una herramienta de manejo con que cuenta el productor para lograr una alta eficiencia reproductiva en su rodeo de cría (Rovira, 1996).

Al analizar el peso al destete en términos de componente, podemos observar que esta determinado por el peso al nacimiento y la ganancia diaria promedio lograda desde el nacimiento hasta el destete.

En términos generales, alrededor del 50% de la variación del peso al destete de los terneros con seis meses de edad, se explica por la variación en el consumo de leche (Rovira, 1996).

El peso al destete es afectado por diferentes factores, alguno de ellos son:

❖ Sexo del ternero

Según Leighon, citado por Berg y Butterfield (1976) el sexo representa un 19.3% de la variación total del peso al destete. Hay una tendencia superior de los machos (10% con respecto a las hembras).

Edad de la madre al parto

La edad de la madre tiene una alta correlación con la producción de leche de la misma. La producción va en aumento en las tres primeras lactancias hasta llegar a un máximo donde se estabiliza y luego comienza a descender a partir de los ocho años (Rovira, 1996). Bocchi (1999) estudió el efecto de la edad de la madre de la raza Nelore sobre la ganancia diaria de peso (GMDP) de terneros.

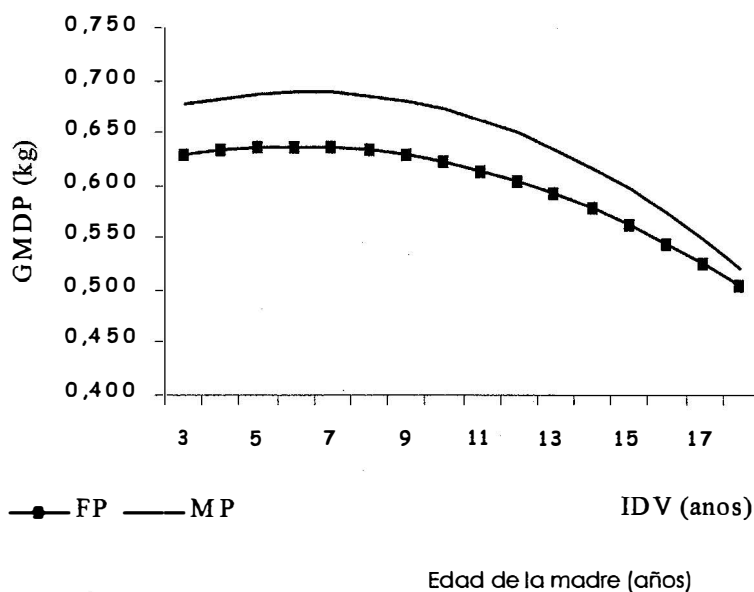


Figura 1. Ganancia diaria de peso en función de la edad de las madres al momento del parto (Bocchi, 1999).

Para esta raza se observó un efecto decreciente en la ganancia de peso de los terneros en la medida que la edad de la madre avanza, siendo máximo entre 5 y 7 años de edad.

❖ Epoca de nacimiento

Brasesco y Echeverrigaray (1988) concluyen que el mes de nacimiento es un factor relevante cuando las pariciones son relativamente prolongadas, destetando a fecha fija y los animales son criados en condiciones de campo natural con las consiguientes variaciones nutricionales durante la estación de crecimiento; en altos planos de alimentación éstas diferencias se atenúan. La amplitud de estas variaciones depende de las características ecológicas de cada región. La evolución de la ganancia diaria predestete estará íntimamente relacionada a la curva de crecimiento de las pasturas de cada región.

Oliveira (2003) observa que el peso a determinada edad de animales de la raza Nelore varía en forma significativa según el año y/o mes de nacimiento, conforme se muestra en las Figuras 2 y 3.

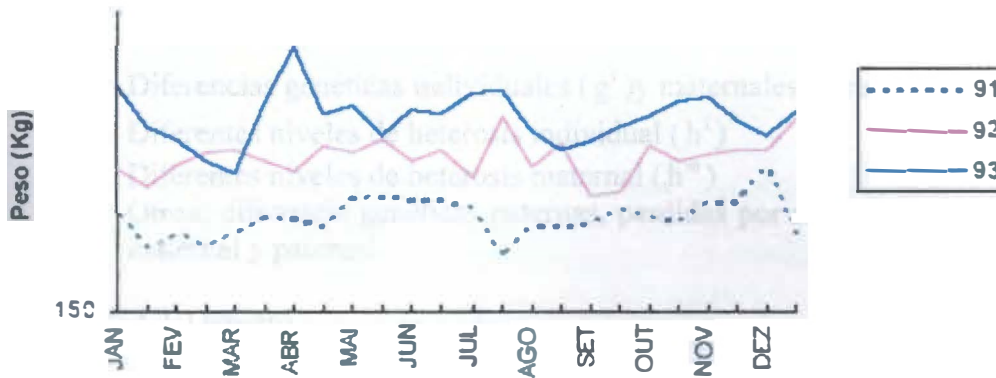


Figura 2. Efecto de la época de nacimiento sobre el peso al año de edad (Oliveira, 2003)

✦ Año de nacimiento

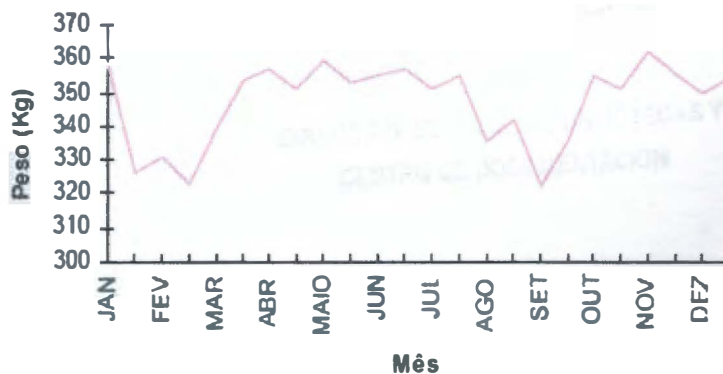


Figura 3. Efecto del año de nacimiento el peso al año de edad (Oliveira, 2003)

La magnitud del efecto del año de nacimiento en el peso al destete va a depender de la variabilidad climática propia de cada región (Brasesco y Echeverrigaray, 1988).

❖ Composición racial

Un gran número de trabajos evidencian el efecto de la composición racial del ternero sobre el peso al destete. La magnitud de las diferencias encontradas entre determinadas razas o cruza va a depender de diversos factores. Como definió Dickerson (1969):

- ◆ Diferencias genéticas individuales (g^I) y maternas entre las razas (g^m)
- ◆ Diferentes niveles de heterosis individual (h^I)
- ◆ Diferentes niveles de heterosis maternal (h^m)
- ◆ Otros: diferencias genéticas paternas, pérdidas por recombinación individual, maternal y paternal.

❖ Edad del ternero

La edad con la que el ternero es destetado, afecta en forma directa el peso al destete, en donde animales más jóvenes, pesan menos que animales más viejos debido a los días de lactancia que vivieron los terneros.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo fue realizado con datos registrados en un experimento de cruzamientos en ganado de carne, desarrollado en la Estación Experimental de Bañados de Medina durante el periodo 1993-2003. El mismo se realizó bajo un diseño dialélico entre las razas Angus y Hereford, y teniendo como objetivos centrales:

- ♦ Evaluar diferentes características del ciclo de producción de carne (reproducción crecimiento y faena).
- ♦ Estimar los valores de los parámetros genéticos involucrados entre las razas Angus y Hereford, así como sus cruza (efectos raciales y heterosis).
- ♦ Predecir el comportamiento de diferentes genotipos en sistemas de cruzamientos alternativos.

El diseño experimental utilizado se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Diseño del experimento dialélico entre Angus y Hereford realizado en EEBM durante el periodo 1993-2003.

Año		94	95	96	97	98	99	2000	2001	2002	2003
Pura											
	HH	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	AA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
F1											
	HA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	AH	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Retrocruza											
	A(HA)				x	x	x	x	x	x	x
	A(AH)				x	x	x	x	x	x	x
	H(HA)				x	x	x	x	x	x	x
	H(AH)				x	x	x	x	x	x	x
F2											
	(AH)(HA)					x	x	x	x	x	x
	(HA)(AH)					x	x	x	x	x	x
F3											
	F3								x	x	x

En este esquema, cada grupo genético está representado por 2 letras, correspondiendo la primera a la raza del padre y la segunda a la de la madre.

La base de cría que dio comienzo a este trabajo comenzó en el año 1994 con vacas de las razas puras Hereford (HH) y Aberdeen Angus (AA).

3.2 LOCALIZACION

El experimento se realizó en los campos de la Estación Experimental Bañados de Medina, perteneciente a la Facultad de Agronomía, situada en el departamento de Cerro Largo, próxima a la ciudad de Melo. Los suelos de este establecimiento están desarrollados sobre sedimentos de la Formación Yaguarí. El tapiz dominante del campo natural está constituido por especies calificadas de tiernas a ordinarias, destacándose las gramíneas de ciclo estival (*Andropogon laterales*, *Paspalum notatum*, *Axonopus affinis*, *Paspalum dilatatum*, *Bothriochloa laguroides*, *Schizachyrium sp.*, *Coelorhachis selloana*) y de ciclo invernal (*Piptochaetium montevidense*, *Piptochaesium stipoides* y *Stipa setigera*). La producción de estos tapices presenta una marcada estacionalidad primavera-estival, acumulando en este período el 60% de la producción total anual¹.

3.3 MANEJO DEL SISTEMA

El sistema ganadero se caracterizó por su orientación de ciclo completo, contando con una superficie de pastoreo de 684 ha. La fase de cría ocupó 256 ha, en su mayoría campo natural y una proporción (38%) de campo mejorado bajo diferentes formas. La carga promedio general manejada durante los 10 años fue de 1.14 UG-ha

El manejo de los cruzamientos, así como los registros realizados en las distintas etapas, se presentan en la Figura 4.

¹ Boggiano, P. Com. personal



Figura 4. Diseño y Dinámica del experimento de cruzamientos desarrollado en la Estación Experimental de Bañados de Medina (EEBM).

Las vaquillonas fueron inseminadas durante 45 días más 15 días de repaso, mientras que para las vacas se utilizó monta natural de 80 días de duración. Tanto inseminación como entore comenzaban a partir del 1º de diciembre de cada año.

Se tomaron los pesos de los animales mensualmente desde el nacimiento hasta la faena.

Durante todo el experimento, las vacas de cría de los diferentes genotipos se manejaron en las mismas condiciones (y potreros), en pastoreo de campo natural.

Los terneros machos y hembras luego del destete fueron manejados en forma conjunta hasta los 12 meses de edad, en donde se separaron. Las hembras fueron recriadas hasta los 24 meses en pastoreo de campo natural, momento en el que se incorporan al sistema de cruzamientos como vientres de cría. Durante su primer invierno de vida se realizaron manejos estratégicos para evitar pérdidas severas de peso, utilizando para ello mejoramientos extensivos y eventualmente suplementación con afrechillo de arroz.

Los machos se mantuvieron en pastoreo de campo natural durante la recria y parte del engorde, finalizándose con verdeos (principalmente avena) en su último invierno, hasta llegar al peso y punto de terminación adecuados para su faena.

3.4 DESCRIPCION DEL TRABAJO

Se estudiaron en este trabajo las características de crecimiento (pesos y ganancias diarias) de animales de las razas puras Hereford y Angus, así como de sus cruza F1 registradas durante el periodo 1994-2003.

Las variables utilizadas fueron los pesos mensuales (en Kg) desde el nacimiento hasta los 24 meses de edad en hembras y hasta el momento de faena en machos. Fueron calculadas las ganancias diarias de peso (en Kg/día) en los periodos:

- ❖ Nacimiento-destete
- ❖ Destete-12 meses
- ❖ 12 meses-18 meses
- ❖ 18 meses-30 meses

El numero de animales correspondientes a cada genotipo se presenta en el Cuadro 3

Cuadro 3. Número de animales por genotipo en todo el experimento

	AA	HH	AH	HA
Machos	128	149	109	107
Hembras	93	109	110	94
TOTAL	221	258	219	201

Se observa cierto desbalance en el número de observaciones registradas en cada periodo.

Para cada grupo genético fueron estimadas las medias de los mínimos cuadrados (LSMEANS), ajustando por los factores año y mes de nacimiento, edad de la madre al momento del parto y edad del animal. Las medias fueron comparadas mediante teste t ($p < 0,05$).

Fue utilizado el procedimiento MIXED del programa SAS (SAS 2001) para la obtención de las estimativas.

Con los datos obtenidos se calculo la heterosis en diferentes momentos:

- ♦ Nacimiento
- ♦ Destete
- ♦ 12 meses
- ♦ 15 meses
- ♦ 18 meses

Para machos y para hembras separadamente.

3.5 PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Fueron obtenidas las medias para cada grupo genético para la variable de crecimiento (ajustado por edad). Los datos fueron procesados usando un modelo mixto en donde se consideraron las variables:

$$Y_{ijklmn} = \mu + Año_i + Categoría_j + Sexo_k + b(x_{ij} - \bar{x}) + GG_t + GG_v + GG_t * GG_v + Padre (GG)_d + Madre (GG)_{mn} + e_{ijklmno}$$

en donde:

GG_v y GG_t corresponden al Grupo Genético (raza) de la vaca evaluada y del toro con el que se cruzó, respectivamente, Año, Sexo y Categoría corresponden al año de

nacimiento, al sexo del ternero y a la categoría de la vaca (vaca o vaquillona), representando a los efectos fijos. Los efectos Padre y Madre anidados dentro de cada grupo genético fueron considerados como aleatorios. Por su parte, μ representa la media poblacional de la característica.

Para estos procesamientos se utilizó el procedimiento MIXED del programa SAS (SAS, 2002).

Con las medias obtenidas se estimaron los valores de Heterosis para cada característica mediante la fórmula

$$\text{Heterosis \%} = \frac{\frac{AB + BA}{2} - \frac{AA + BB}{2}}{\frac{AA + BB}{2}} \times 100$$

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 HETEROSIS EN CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO

En la Figura 5 se presenta la evolución del porcentaje de Heterosis para el peso vivo desde el nacimiento hasta los 18 meses en machos y hembras.

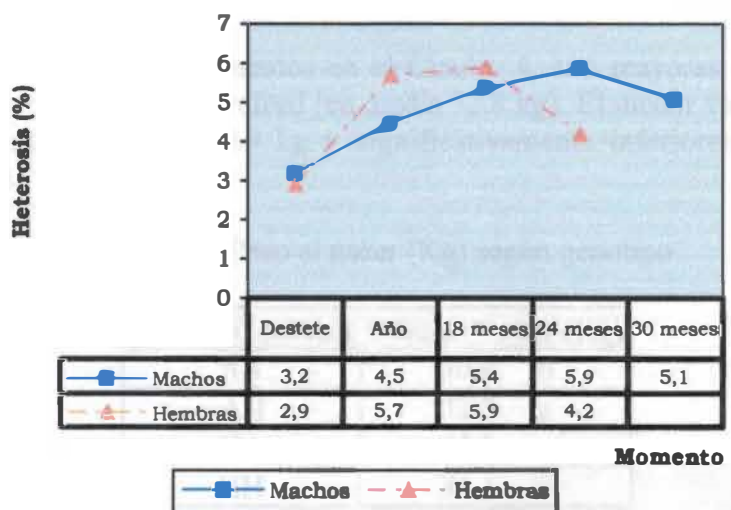


Figura 5. Heterosis observada para Peso Vivo desde el nacimiento hasta los 18 meses para machos y hembras de la cruce entre las razas Hereford y Angus

Los valores observados para la heterosis tanto en machos como en hembras, coinciden con lo publicado en la literatura (Long et al. 1975, Gregory et al. 1980, Melucci et al. 1993, Magofke et.al. 2002 entre otros) en cruzamientos similares a estos, con valores que varían de 2 a 7%, según la etapa del crecimiento en que los animales se encuentren (Cuadro 1).

Son pocos los trabajos que presentan valores discriminados para machos y hembras, y a pesar de los resultados no ser consistentes, se observa una tendencia similar a la encontrada en este trabajo, de mayores porcentajes de heterosis en las hembras luego del destete y hasta los 18 meses de edad (en media 5.8% y 4.9% para hembras y machos, respectivamente). Si bien es difícil de comprobar, es posible que estas diferencias sean debidas a los cambios fisiológicos en que se encuentran ambos sexos, siendo las hembras de maduración más rápida. Es posible que en la heterosis global explotada no existan diferencias y si en la velocidad con que ésta se expresa en cada sexo. Esto lo podemos observar en las curvas presentadas en la Figura 5, las que siguen el mismo

comportamiento pero con desfazajes en el tiempo, ocurriendo la caída de heterosis antes en las hembras.

Cabe destacar, como varios autores han señalado, además de las razas combinadas, la heterosis también es afectada por la edad, el nivel alimenticio y el ambiente en el que el sistema de producción es desarrollado.

4.1.1 Peso al nacer

Los pesos al nacer presentados en el Cuadro 4, son mayores en las diferentes cruzas generadas y en la raza Hereford (en media 32.8 kg). El menor valor se registró en la raza Angus con pesos de 30.9 kg y significativamente inferiores al resto de sus contemporáneos.

Cuadro 4. Peso al nacer (Kg) según genotipo

Grupo Genético	Peso al Nacer (Kg)
AA	30,9 b
AH	32,5 a
HA	32,8 a
HH	33,1 a

Valores seguidos de letras iguales no difieren en forma estadísticamente significativa ($P < 0.05$)

Es de aclarar que en estas medias participan también los efectos de la raza paterna (HH o AA), en donde se visualiza un mayor aporte en efectos individuales de HH que de AA.

Si se analiza el porcentaje de heterosis en diferentes momentos, vemos que hay una tendencia creciente lineal hasta la pubertad de los animales, y un decrecimiento posterior a medida que avanza en edad. Esto coincide con lo afirmado por Long (1980) en donde los efectos heteróticos en peso y ganancia de peso han sido reportados como decrecientes cuando se incrementa la edad de los animales.

El menor valor de heterosis en este trabajo se registra para el peso al nacer, en media de 3.05 %. Anderson (1990) realizó un estudio comparativo entre las heredabilidades y porcentajes de heterosis en diferentes momentos del crecimiento en ganado de carne. Según este autor, el valor de la heterosis está inversamente relacionado a la heredabilidad de la característica. Sin embargo, el peso al nacer particularmente presenta una heredabilidad moderada, pero inferior a la observada en otros momentos (Ej. destete), por lo que el valor observado para la heterosis no debería ser el menor. No

obstante, al analizar los datos obtenidos por varios autores, en diferentes años y países, todos presentan los valores mas bajos de heterosis en el peso al nacer (Ver Cuadro 1), conforme obtenido en este estudio. Por otro lado, este carácter es el que tiene menores diferencias entre los diferentes trabajos publicados. El peso al nacer, comparado con los restantes caracteres, es el que presenta menos influencia ante los factores ambientales en la alteración de su expresión genética. En este caso, factores como tipo de alimentación, temperatura, precipitación pluvial, tipos de manejo, no están interaccionando directamente en la expresión del mismo. En este caso, cobran mayor importancia otros efectos ambientales tales como edad de la madre, sexo del ternero, o año de nacimiento entre otros, afectando con mayor peso en la expresión final.

Desde el punto de vista práctico, el bajo valor de heterosis en el peso al nacer resulta muy positivo debido a que no se incrementan eventuales problemas en el parto, tal como explica Soares de Lima et al. (2002).

4.1.2 Peso al destete

Los pesos al destete de los genotipos Hereford, Angus y sus cruzas F1 (AH y HA) se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Peso al destete (Kg) según genotipo

Grupo Genético	Peso al Destete (Kg)
AA	156 b
AH	154 b
HA	164 a
HH	151 c

Valores seguidos de letras iguales no difieren en forma estadísticamente significativa ($P < 0.05$)

Existe una diferencia racial o genética materna entre las razas

$$HA - AH = g_A^m - g_H^m = 164 - 154 = 10$$

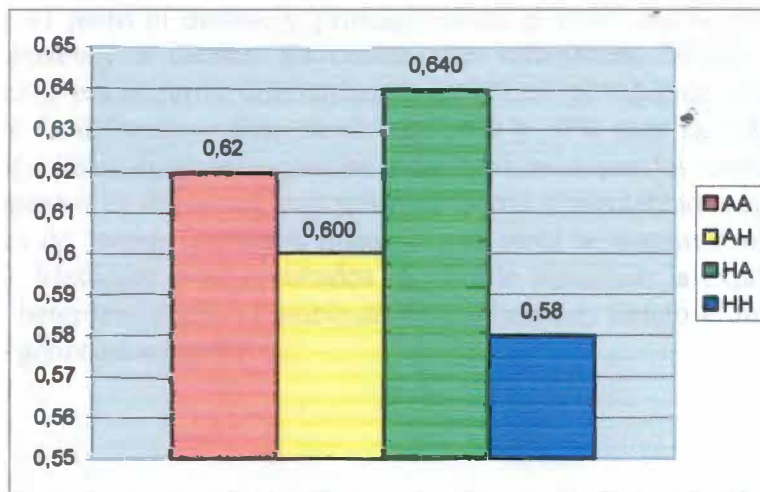
Se observan diferencias según el genotipo y la raza de la madre considerados. Los terneros más pesados al destete correspondieron a las cruzas que fueron amamantados por madres de la raza Angus, con 164 kg, siendo superiores a los demás, en forma estadísticamente significativa. Las razones de estos resultados radican por un lado, en los beneficios brindados por los efectos de la heterosis individual, que al momento del destete promediaba en 3.5% (Figura 5). Estos efectos heteróticos se manifiestan no sólo en mayores potenciales de crecimiento sino en la habilidad para

aprovechar la leche producida por su madre, a través de su comportamiento de amamantamiento. Estos comportamientos diferenciales se deben principalmente a un mayor número de mamadas diarias respecto a los terneros de razas puras (Espasandin et al. 2001).

Sin embargo, a pesar de su composición semejante, al comparar terneros F1, los pesos al destete difirieron entre hijos de madres Angus o Hereford. La combinación padre Hereford con madre Angus obtuvo 10 kg más al destete que su recíproca, con 164 kg en el primer caso y 154 kg en el segundo, diferenciándose estadísticamente ($P < 0.05$). En este caso, estas diferencias se atribuyen a la producción de leche de las madres Angus. Como demuestran Jenkins y Ferrell (1992) hay una mayor producción de leche en las hembras Angus con respecto a las Hereford, resultando en 9.4 y 8.5 kg/día respectivamente, al momento del pico de mayor producción. Si bien estos valores cambian según las poblaciones consideradas y el ambiente de producción, es posible que la superioridad de la raza Angus en producción de leche se mantenga en nuestros sistemas de producción.

Por otro lado, la comparación entre los animales puros (hijos de toros y vacas AA o HH) resultó significativa ($P < 0.05$), siendo superior el peso alcanzado por los terneros de la raza Angus (156 vs. 151 para Angus y Hereford respectivamente), reafirmando una vez más la destacada habilidad materna de la raza Angus.

Estas diferencias entre genotipos se reflejan en las ganancias diarias de peso, las que se presentan en la Figura 6.



Genotipo	Nacimiento-destete
AA	0,62 ab
AH	0,600 bc
HA	0,640 a
HH	0,58 c

Figura 6. Ganancia diaria de peso (kg/día) en el periodo Nacimiento-destete por grupo genético genotipo.

Se observa una superioridad en los terneros cruce que amamantaron vacas de la raza Angus, con ganancias medias de 0.64 kg/día. Estos animales se diferenciaron en forma significativa ($P < 0.05$) de sus recíprocos F1 AH, los que promediaron ganancias de 0.60 kg/día.

En términos generales, las ganancias diarias de peso de los animales hijos de vacas Angus fueron mayores que las de los terneros hijos de madres Hereford. No obstante, los animales cruce AH no presentaron diferencias significativas con los terneros de la raza Angus.

En general, las ganancias de peso durante el período de amamantamiento son superiores a las obtenidas a lo largo de la vida del animal (en condiciones extensivas de producción) debido no sólo al valor nutritivo de la leche materna, sino también al efecto materno en donde el ternero es protegido de factores ambientales adversos (temperatura, lluvia, problemas sanitarios, etc).

En la comparación de los resultados obtenidos con los publicados por otros autores, se observan diferencias importantes en los valores de heterosis para el peso al destete. Éste, a diferencia del peso al nacer se encuentra influenciado por varios efectos ambientales, entre ellos, el sexo del ternero, la edad de la madre, el momento del parto,

los días desde el parto al destete y principalmente el nivel nutricional al cual fueron sometidos la madre y el ternero. En condiciones semejantes, Melucci et al. (1993) y Mezzadra (2004), encontraron diferencias de 6.3 % en el valor de la heterosis para el peso al destete en diferentes años, siendo de 3.6% y 10% para los años 1993 y 2004, respectivamente. Estas diferencias pueden estar explicadas por los manejos aplicados en ambos experimentos en donde algunos terneros fueron suplementados con grano de maíz (bajo la técnica de “creep feeding”), mientras que otros se mantuvieron en pastoreo de campo natural. Mediante estos resultados es posible visualizar la expresión diferencial del parámetro heterosis, según el ambiente de producción, siendo el mismo susceptible de interacción genotipo x ambiente.

4.1.3 Destete – Faena

El crecimiento de los animales fue dividido para su análisis en machos y hembras, y analizados los pesos y ganancias de peso en los períodos: destete-año, año-18 meses, 18-24 meses y 24-30 meses. Este fraccionamiento intentó ubicar los períodos marcados por diferentes acontecimientos (estrés post destete, restricciones alimenticias, compensaciones, engorde, etc.), y analizar su efecto en el crecimiento de los animales.

En las Figuras 7 y 8 se presenta la evolución del peso vivo en los momentos mencionados, para machos y hembras, respectivamente.

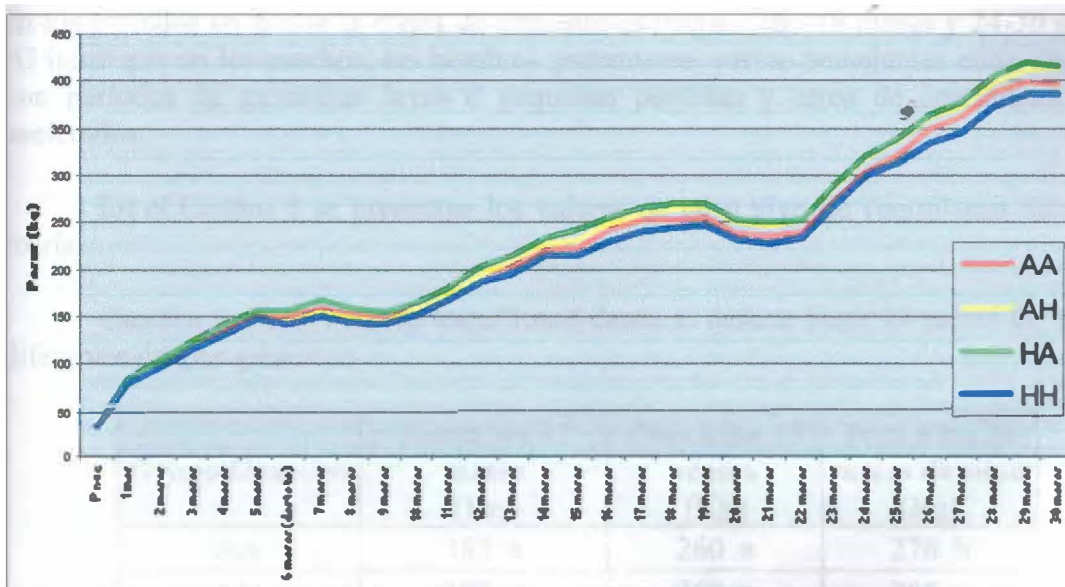


Figura 7. Evolución del peso vivo de machos de diferentes grupos genéticos durante el período destete-30 meses

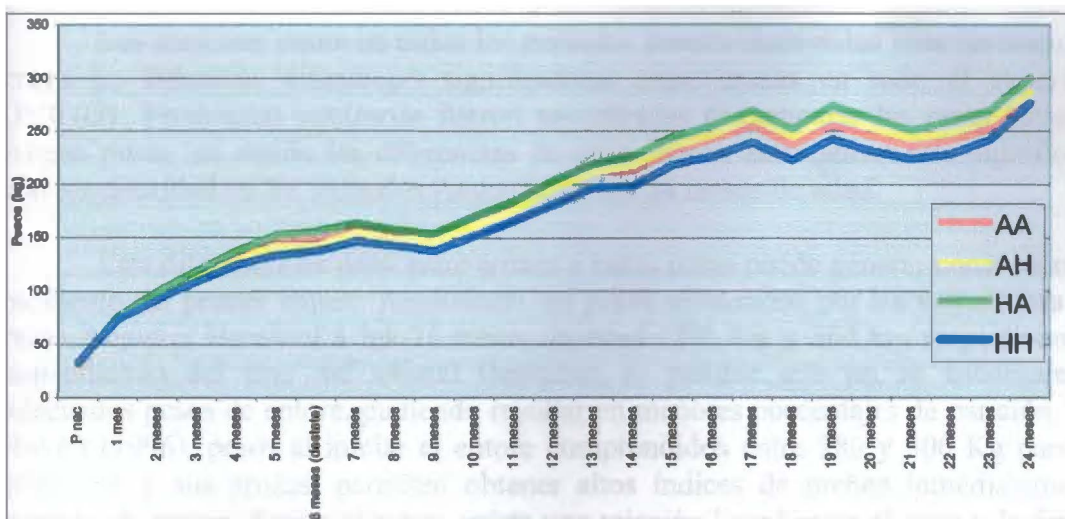


Figura 8. Evolución del peso vivo de hembras de diferentes grupos genéticos durante el período destete-24 meses

Las curvas seguidas por todos los genotipos fueron similares, con crecimientos moderados durante los inviernos (períodos destete-año y 18-24 meses), y altas ganancias

en los períodos en donde la oferta de alimento es mayor (año-18 meses y 24-30 meses). Al igual que en los machos, las hembras presentaron curvas semejantes entre las razas, con períodos de ganancias leves o pequeñas pérdidas y otros de crecimientos más acelerados.

En el Cuadro 6 se presentan los valores de peso vivo de vaquillonas durante la recría.

Cuadro 6. Peso Vivo de vaquillonas desde el destete hasta 24 meses de edad en diferentes grupos genéticos

Grupo Genético	Peso a los 12 meses (Kg)	Peso a los 18 meses (Kg)	Peso a los 24 meses de edad (Kg)
AA	182 a	260 a	276 b
AH	182 a	268 a	285 a
HA	186 a	269 a	287 a
HH	166 b	247 b	267 b

Valores seguidos de letras iguales no difieren en forma estadísticamente significativa ($P < 0.05$)

Los mayores pesos en todos los periodos fueron observados para las vaquillonas cruce no habiendo diferencias significativas entre cruces en todo el experimento ($P < 0.05$). Tendencias contrarias fueron encontradas al comparar las razas Hereford y Angus puras, en donde las diferencias de peso fueron estadísticamente significativas, con superioridad en los animales Angus hasta los 24 meses de edad.

Esta diferencia de peso entre cruces y razas puras puede generar consecuencias al momento del primer entore. Analizando los pesos alcanzados por las vaquillonas de las razas Angus y Hereford a los 24 meses de edad (276 Kg y 267 kg, respectivamente), dependiendo del tipo del animal (tamaño), es posible que no se encuentren con adecuados pesos de entore, pudiendo resultar en menores porcentajes de parición. Según Rovira (1996), pesos al iniciar el entore comprendidos entre 280 y 300 Kg para razas británicas y sus cruces, permiten obtener altos índices de preñez inmediatamente al periodo de entore. Según el autor, existe una relación lineal entre el peso y la fertilidad hasta los 300 Kg de peso vivo.

Los machos cruces, a partir de los 24 meses de edad presentan diferencias significativas ($P < 0.05$) con los genotipos Hereford y Angus puros, alcanzando en

promedio 424 Kg y 437.5 Kg, respectivamente al momento de la faena, conforme presentado en el Cuadro 7.

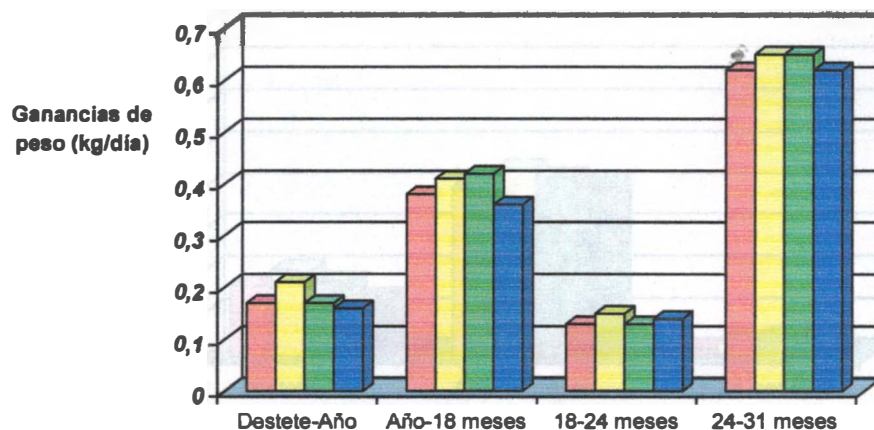
Cuadro 7. Peso Vivo de novillos desde el destete hasta la faena (756 días) de diferentes grupos genéticos

Grupo Genético	Peso a los 12 meses (Kg)	Peso a los 18 meses (Kg)	Peso a los 24 meses de edad (Kg)	Peso de novillos a faena (Kg)
AA	181 b	264 b	283 b	428 ab
AH	180 b	268 b	291 a	438 a
HA	191 a	279 a	298 a	437 a
HH	174 b	254 c	273 b	420 b

Valores seguidos de letras iguales no difieren en forma estadísticamente significativa ($P < 0.05$)

En los machos, durante el período de recría y terminación, la superioridad de los animales cruza hijos de madres Angus y padres Hereford (Figura 8) se mantiene en forma permanente. Esto se explica por las altas tasas de ganancia de peso de este genotipo (HA) desde el nacimiento al destete, producto de la buena habilidad materna de las vacas Angus. En las etapas siguientes al destete se ve un incremento del peso de los novillos hijos de madres Hereford y padres Angus (AH), pero sin diferencias significativas entre estos y los animales Angus puros hasta los 24 meses de edad. A partir de este momento (24 meses) el efecto materno ofrecido por la raza Angus se diluye, habiendo diferencias significativas entre animales AH y AA, con 291 y 283 kg, respectivamente. Sin embargo, Mezzadra et al. (2004), no encontraron diferencias significativas para los pesos de faena, entre animales F1 y las razas puras Angus y Hereford.

En la Figura 9 puede observarse que los novillos cruza, hijos de madres Hereford (AH), presentan las mayores las ganancias diarias de peso (Kg/día) en el período post destete, cuando es comparado con los restantes grupos genéticos.

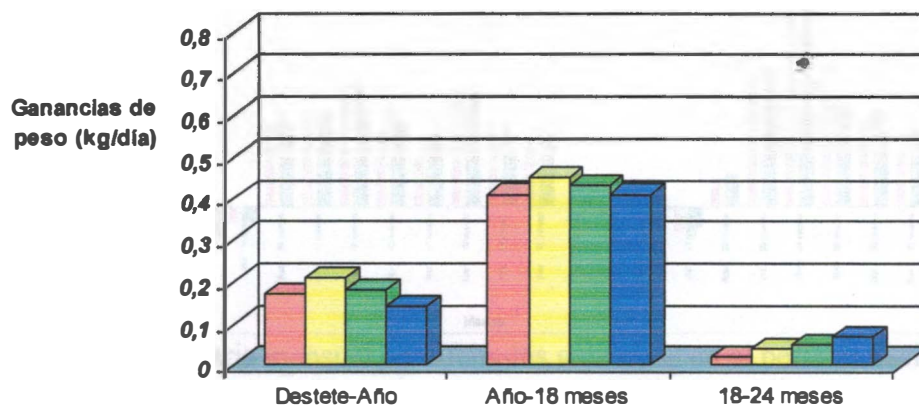


	Destete-Año	Año-18 meses	18-24 meses	24-31 meses
AA	0,17 b	0,38 b	0,13 a	0,62 b
AH	0,21 a	0,41 a	0,15 a	0,65 a
HA	0,17 b	0,42 a	0,13 a	0,65 a
IIII	0,16 b	0,36 b	0,14 a	0,62 b

Valores seguidos de letras iguales no difieren en forma estadísticamente significativa ($P < 0.05$)

Figura 9. Ganancias diarias de peso durante la recría y engorde de novillos de diferentes grupos genéticos

En la Figura 10 se observa en las hembras tendencias similares a los machos hasta el último periodo en estudio (18-24 meses). A partir de este momento, las ganancias superiores y estadísticamente significativas ($P < 0.05$) son realizadas por vaquillonas de la raza Hereford, en media de 0.07 kg/día.



	Destete-Año	Año-18 meses	18-24 meses
AA	0,17 bc	0,41 b	0,02 b
AH	0,21 a	0,45 a	0,04 b
HA	0,18 ab	0,43 ab	0,05 b
HH	0,14 c	0,41 b	0,07 a

Valores seguidos de letras iguales no difieren en forma estadísticamente significativa ($P < 0.05$)

Figura 10. Ganancias diarias de peso durante la recría de vaquillonas de diferentes grupos genéticos

En base a las ganancias de peso realizadas durante la recría de las hembras, podría observarse cierta rusticidad en la raza Hereford, la que a pesar de enfrentar las condiciones climáticas y alimenticias propias del invierno muestran las menores pérdidas y mayores ganancias durante este período, conforme se muestra en la Figura 11.

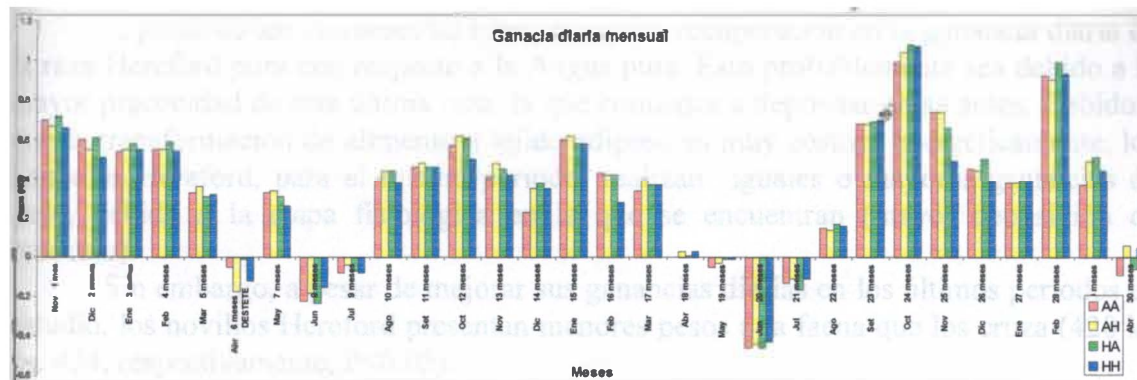


Figura 11. Ganancia diaria mensual en diferentes genotipos en el período nacimiento-30 meses de edad

En estas gráficas es posible visualizar la magnitud del crecimiento en machos y hembras en los diferentes períodos. Desde el destete hasta los 18 meses no se observan grandes diferencias en las tasas de crecimiento entre machos y hembras. Las bajas ganancias diarias en el periodo destete-año son explicadas por el “efecto destete”, en donde el ternero sufre un estrés debido a la separación de la madre.

Durante todo el período de crecimiento, las ganancias de peso son reflejo de la oferta forrajera, en este caso, la producida por los campos naturales de la región en donde se realizó el experimento. El destete en este experimento se realizó en el mes de abril, comenzando el invierno, explicando también en cierta medida, los bajos desempeños exhibidos (mantenimiento y pérdidas de peso). Las ganancias subsiguientes estarían siendo explicadas por la suplementación ofrecida a los animales en su primer invierno, manifestándose probablemente en un crecimiento compensatorio.

Durante el segundo año de vida de los animales, se observa la misma distribución de ganancias acompañando la producción de forraje estacional, siendo mayores en primavera. Por otro lado, en este momento (pubertad) el animal comienza a entrar en la etapa de mayor eficiencia de conversión del forraje a tejido animal, completando un desarrollo corporal a los 24-25 meses (Di Marco, 2003).

Las mayores diferencias entre machos y hembras surgen en el período de 18 a 24 meses de edad coincidiendo con el segundo invierno de vida de los animales. En este caso, aún sometidos a condiciones ambientales semejantes, se observan ganancias pequeñas en los machos y mantenimiento y pérdidas de peso en las hembras (en media de 0.14 y 0.045 para machos y hembras, respectivamente).

A partir de los 18 meses de edad, se ve una recuperación en la ganancia diaria de la raza Hereford pura con respecto a la Angus pura. Esto probablemente sea debido a la mayor precocidad de esta última raza, la que comienza a depositar grasa antes. Debido a que la transformación de alimento a tejido adiposo es muy costosa energéticamente, los animales Hereford, para el mismo periodo, realizan iguales o mayores ganancias de peso, debido a la etapa fisiológica en la que se encuentran (mayor deposición de músculo).

Sin embargo, a pesar de mejorar sus ganancias diarias en los últimos periodos en estudio, los novillos Hereford presentan menores pesos a la faena que los cruza (420 kg vs. 434, respectivamente, $P < 0.05$).

Al analizar los datos de los diferentes autores recabados en la revisión, podemos ver que la tendencia a tener valores altos en estos periodos post destete es una constante. También se ve más uniformidad en los valores de heterosis al año y post año para machos que los que se ven para hembras.

Es por esto que al hacer los cálculos de heterosis al año y en los periodos posteriores se ven los valores más altos de todo el experimento. Esto no concuerda con lo escrito por Anderson (1990), que afirma que los valores de heredabilidad del peso al año son altos, entonces los valores de heterosis deberían ser mas bajos que los de las etapas anteriores.

5. CONCLUSIONES

- ❖ Existe heterosis durante toda la vida del animal (hasta pesés o estados de faena) al cruzar estas dos razas carniceras.
- ❖ Si bien siempre el promedio de los terneros cruza fue superior a los puros, hasta el destete, se vio una dominancia de los terneros hijos de madres Angus, ya que esta raza presenta mayor habilidad materna que la Hereford.
- ❖ Al graficar la curva de crecimiento, se ven curvas sigmoideas de similar comportamiento para todos los genotipos.
- ❖ Los machos cruza, a partir de los 24 meses de edad presentan diferencias significativas ($P < 0.05$) con los genotipos Hereford y Angus puros.
- ❖ Los novillos cruza, hijos de madres Hereford (AH), presentan las mayores ganancias diarias de peso (Kg/día) en el período post destete
- ❖ A pesar de mejorar sus ganancias diarias en los últimos periodos en estudio, los novillos Hereford presentan menores pesos a la faena que los cruza (420 kg vs. 434, respectivamente, $P < 0.05$).
- ❖ En base a las ganancias de peso realizadas durante la recría de las hembras, podría observarse cierta rusticidad en la raza Hereford, la que a pesar de enfrentar las condiciones climáticas y alimenticias propias del invierno muestran las menores pérdidas y mayores ganancias durante este período.
- ❖ Las tasas de ganancia acompañan la producción estacional de los campos.
- ❖ Se ve una diferencia entre sexos al calcular la heterosis en diferentes momentos.

6. RESUMEN

Los cruzamientos en bovinos para carne constituyen una herramienta genética de gran utilidad para los productores, por sus resultados inmediatos y su fácil aplicación. El apareamiento de dos o más razas tiene como finalidad la generación de heterosis, la incorporación de variabilidad genética y la posibilidad de combinar características relevantes. El objetivo de este trabajo se centra en el estudio de la heterosis producida en el cruzamiento entre las razas Hereford y Angus, en características de crecimiento. La heterosis o vigor híbrido marca la diferencia en la productividad de los hijos cruce frente al promedio de las dos razas parentales. Se estudiaron en este trabajo las características de crecimiento (pesos y ganancias diarias) de animales de las razas puras Hereford y Angus, así como de su cruce F1 registradas durante el periodo 1994-2003. Las variables utilizadas fueron los pesos mensuales (en Kg) desde el nacimiento hasta los 24 meses de edad en hembras y hasta el momento de faena en machos. Fueron calculadas las ganancias diarias de peso (en Kg/día) en los periodos: Nacimiento-destete, Destete-12 meses, 12 meses-18 meses, 18 meses-30 meses. Se concluye que existe heterosis durante toda la vida del animal (hasta pesos o estados de faena) al cruzar estas dos razas carniceras. Si bien siempre el promedio de los terneros cruce fue superior a los puros, hasta el destete, se vio una dominancia de los terneros hijos de madres Angus, ya que esta raza presenta mayor habilidad materna que la Hereford. Al graficar la curva de crecimiento, se ven curvas sigmoideas de similar comportamiento para todos los genotipos. Las tasas de ganancia acompañan la producción estacional de los campos. Se ve una diferencia entre sexos al calcular la heterosis en diferentes momentos.

Palabras clave: Angus, crecimiento, cruzamientos, ganancia de peso, Hereford, heterosis, peso vivo.

7. SUMMARY

The crossings in bovine for meat constitute a genetic tool of great utility for the producers, by their immediate results and their easy application. The matching of two or more breeds has the purpose of generate heterosis, the incorporation of genetic changeability and the possibility to combine prominent characteristics. The objective of this work itself center in the study of the heterosis produced in the crossing between the races Hereford and Angus, in growth characteristics. The heterosis marks the difference in the productivity of the children crosses front of the average of the two parentages breed. They were studied in this work the characteristics of growth (Weight and daily profits) of animals of the pure races Hereford and Angus, and their cross F1 registered during the period 1994-2003. The variables utilized were the monthly weight (in Kg) since the birth to the 24 months of age in females and up to now of task in male. They were calculated the daily profits of weight (in Kg/day) in the periods: Birth-wean, Wean-12 months, 12 months-18 months, 18 months-30 months. It is concluded that exists heterosis during all the life of the animal (to weight or states of task) at cross these two races butchers. Though always the average of the calves crosses was over the pure, to the wean, a dominance of the mothers children calves was seen Angus, since this race presents greater maternal ability than Hereford. When we graphic the curve of growth, curves have had similar behavior for all the genotypes. The rates of profit accompany the seasonal production of the fields. A difference among sexes is seen when we calculate the heterosis in different moments.

Key words: Angus, crossbreeding, growing, Hereford, heterosis, liveweight, peso vivo.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ALENDA, R.; MARTIN, T.G.; LASLEY, J.F.; ELLERSIECK, M.R. 1980. Estimation of genetic and maternal effects in crossbred cattle of Angus, Charolais and Hereford parentage. I. Birth and weaning weights. *Journal of Animal Science*. 50: 226-234.
2. ANDERSON, P. 1990. Crossbreeding systems for beef cattle. (en línea). Minnessota, University of Minnesota, Extension Service. Consultado set. 2005. Disponible en <http://www.extension.umn.edu>.
3. BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. 1976. *New concepts of cattle growth*. New York, Sydney University. 240 p.
4. BOCCHI, A.L. 1999. Efeito da idade da vaca e da data juliana de nascimento, sobre o ganho médio diário de bezerros de corte durante o período pré-desmame. Tesis Zootecnista. Jaboticabal, São Paulo, Brasil. Universidade Estadual Paulista. 109 p.
5. BOURDON, R.M. 1997. *Understanding animal breeding*. New Jersey, Prentice-Hall. 523 p.
6. BOWMAN, J.C. 1981. *Introdução ao melhoramento genético animal*. Ribeirão Preto, Universidade de Sao Paulo. 235 p.
7. BRASESCO, R.; ECHEVERRIGARAY, G. 1988. Efectos genéticos y ambientales que inciden en el peso al nacer, peso al destete y ganancias diarias pre destete de terneros Hereford y Aberdeen Angus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 170 p.
8. CUNDIFF, L.V. 1970. Experimental results on crossbreeding cattle for beef production. *Journal of Animal Science*. 30: 694-705.
9. DILLARD, E.U.; RODRIGUEZ, O.; ROBISON, O.W. 1980. Estimation of additive and nonadditive direct and maternal genetic effects from crossbreeding beef cattle. *Journal of Animal Science*. 50:653-663

10. DI MARCO, O.N. 1998. Crecimiento de vacunos para carne. Mar del Plata, Argentina, Centro del Copiado. 246 p.
11. ESPASANDIN, A.C.; PACKER, I.U.; ALENCAR, M.M. 2001. Produção de leite e comportamento de amamentação em cinco sistemas de produção de gado de corte. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 30(3): 702-708.
12. FRANKE, D.E. 1980. Breed and heterosis effects of American Zebu Cattle. Journal of Animal Science. 50(6):1206-1214.
13. GAINES, J.A.; RICHARDSON, G.V.; MCCLURE, W.H.; VOGT, D.W.; CARTER, R.C. 1967. Heterosis from crosses among British breeds of beef cattle: Carcass characteristics. Journal of Animal Science. 26: 1217-1222.
14. GREGORY, K.E.; SWIGER, L.A.; KOCH, R.M.; SUMPTION, L.J.; ROWDEN, W.W.; INGALLS, J.E. 1965. Heterosis in preweaning traits of beef cattle. Journal of Animal Science. 24: 21-26.
15. _____; KOCH, R.M.; LASTER, D.B.; CUNDIFF, L.V.; SMITH, G.M. 1978a. Heterosis and breed maternal and transmitted effects in beef cattle. III. Growth traits in steers. Journal of Animal Science. 47: 1054-1065.
16. _____; CROUSE, J.D.; KOCH, R.M.; LASTER, D.B.; CUNDIFF, L.V., SMITH, G.M. 1978b. Heterosis and breed maternal and transmitted effects in beef cattle. IV. Carcass traits of steers. Journal of Animal Science. 47: 1063-1069
17. _____; TRAIL, J. C.; MARPLES, H. J.; KAKONGE, D J. 1985. Characterization of breeds of *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle for maternal and individual traits. Journal of Animal Science. 60(5): 1165-1174.
18. JENKINS T.G.; FERRELL, C.L. 1992. Lactation characteristics of nine breeds of cattle feed values quantities of dietary energy. Journal of Animal Science. 70: 1652-1660.
19. LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. 1997. Growth of farm animals. Cambridge, UK, CAB International. 330 p.

20. LONG, C. R.; GREGORY, K.E. 1975. Heterosis and management effects in carcass characters of Angus, Hereford and reciprocal cross cattle. *Journal of Animal Science*. 41: 1572-1577.
21. ----- . 1980. Crossbreeding for beef production; experimental results. *Journal of Animal Science*. 51(5): 1197-1223.
22. MAGGIE, N., WARREN, E. 2002. Cruzamientos entre padres Charolais, Limousin y Salers con vientres Hereford, Angus-Hereford y Red polled-Hereford. I Peso al destete. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 84 p.
23. MAGOFKE, J.C.; GARCIA, X. 2002. Uso del cruzamiento entre razas para mejorar la productividad en animales. Universidad de Chile. Departamento de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agronómicas. Publicación Técnico Ganadera no. 28. 9 p.
24. MELUCCI, L.; NICOLINI, J.; MEZZADRA, C.; MIQUEL, M.C.; MOLINUEVO, H.; VILLARREAL, E. 1993. Productividad hasta el destete en sistemas alternativos de cruzamientos en bovinos para carne. *In: Evaluación y elección de biotipos de acuerdo a los sistemas de producción*. J.P. Puignau ed. Montevideo, IICA. pp. 269-275 (Diálogos IICA/PROCISUR no.35).
25. MIQUEL, M.C.; MOLINUEVO, H.A. 1986. Avances en genética zootécnica de bovinos para carne. *Revista Argentina de Producción Animal*. 6 (3-4): 191-208.
26. MEZZADRA, C.A.; MELUCCI, L.M.; VILLARREAL, E.L. 2004. Crecimiento y terminación de novillos en distintos cruzamientos. *In: Congreso Argentino de Genética (33º., 2004, Malargüe)*. Memorias. Malargüe, INTA. pp. 13-15.
27. OLIVEIRA, H.N. 2003. Grupos de contemporâneos e conectabilidade. *In: Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas (6º., 2003, Uberaba)*. Anais. Uberaba, ABCZ. pp. 205-219.
28. PANISH, O.F.; BRINKS, J.S.; URICK, J.J.; KNAPP, B.W.; RILEY, T.M. 1969. Results from crossing beef x beef and beef x dairy breeds; calf performance to weaning. *Journal of Animal Science*. 28: 291-297.

29. ROVIRA, J. 1996. Manejo nutritivo del rodeo de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 287 p.
30. SMITH, G.M.; FITZHUGH, H.A.; CUNDIFF, L.V.; CARTWRIGHT, T.C.; GREGORY, K.E. 1976. Heterosis for maturing weight patterns in Hereford, Angus and Shorthorn cattle. *Journal of Animal Science*. 43: 380-388.
31. SAGEBIEL, J.A.; KRAUSE, G.F.; SIBBIT, B.; LANGFORD, L.; DYER, A.J.; LASLEY, J.F. 1973. Effect of heterosis and maternal influence on gestation length and birth weight in reciprocal crosses among Angus, Charolais and Hereford cattle. *Journal of Animal Science*. 37 (6):1273-1278.
32. _____, _____, _____, _____, _____; _____. 1974. Effect of heterosis and maternal influence on weaning traits in reciprocal crosses among Angus, Charolais, and Hereford cattle. *Journal of Animal Science*. 39: 471-477.
33. SOARES de LIMA, J.M.; DEL CAMPO, M.; De MATTOS, D. 2002. EPD para facilidad de parto. (en línea). Montevideo, Sociedad de Criadores de Hereford del Uruguay. Consultado may. 2005. Disponible en <http://www.hereford.org.uy>.
34. WILLHAM, R.L, 1970. Genetic consequences of crossbreeding. *Journal of Animal Science*. 30: 690-696.