

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CRUZAMIENTOS ENTRE PADRES CHAROLAIS, LIMOUSIN Y SALERS CON
VIENTRES HEREFORD, ANGUS-HEREFORD Y RED POLL-HEREFORD.
I. PESO AL DESTETE.**

por

**Nicolás MAGGI BANCALARI
Esteban WARREN CIANZIO**

**TESIS presentada
los requisitos para**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2002**

PAGINA DE APROBACION

Tesis aprobada por:

Director: Diego Gimeno Cufiarro:-----
Nombre completo y firma.

Ruben Severino:-----
Nombre completo y firma.

Andrea Pascale:-----
Nombre completo y firma.

Fecha: 7 de Marzo de 2002.

Autores: Nicolás Maggi Bancalari -----

Esteban Warren Cianzio -----

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo brindado por el Ing. Agrónomo Diego Gimeno durante la elaboración de la presente tesis.

En especial, a las familias Maggi Bancalari y Warren Cianzio por el estímulo y confianza depositada en nosotros a lo largo de estos años de estudio.

A nuestros compañeros y amigos por su aliento constante e incondicional.

TABLA DE CONTENIDO.

	Página
<u>PAGINA DE APROBACION</u>	II
<u>AGRADECIMIENTOS</u>	III
<u>LISTA DE FIGURAS Y TABLAS</u>	IV
<u>1-INTRODUCCION</u>	1
<u>2-REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	2
2.1-PESO AL DESTETE.....	2
<u>2.1.1-Definición e importancia</u>	2
<u>2.1.2-Factores que afectan el peso al destete</u>	5
2.1.2.1-Edad del ternero.....	5
2.1.2.2-Sexo del ternero.....	5
2.1.2.3-Edad de la madre al parto.....	6
2.1.2.4-Época de nacimiento.....	7
2.1.2.5-Año de nacimiento.....	7
2.1.2.6-Padre(Raza de Padre).....	8
2.1.2.7-Composición Racial.....	8
2.2-EFECTOS GENETICOS INVOLUCRADOS EN CRUZAMIENTOS.....	11
<u>2.2.1-Efecto genético aditivo individual</u>	11
2.2.1.1-Conclusiones.....	14
<u>2.2.2-Efecto genético aditivo maternal</u>	15
2.2.2.1-Conclusiones.....	18
<u>2.2.3-Heterosis individual</u>	19
2.2.3.1-Conclusiones.....	25
<u>2.2.4-Heterosis maternal</u>	26
2.2.4.1-Conclusiones.....	32
2.3-MODELO GENETICO DE CRUZAMIENTOS.....	33
2.4-DIFERENCIAS EN PESO AL DESTETE ENTRE TERNEROS CRUZA SIMPLE Y TRIPLE CRUZA.....	35
<u>2.4.1-Conclusiones</u>	40
2.5-DIFERENCIAS EN PESO AL DESTETE SEGUN RAZA DE PADRE.....	41
<u>2.5.1-Conclusiones</u>	45
<u>3-MATERIALES Y METODOS</u>	46
3.1-GENERALIDADES.....	46
3.2-DISEÑO DEL EXPERIMENTO.....	47
3.3-MANEJO DEL RODEO.....	48
<u>3.3.1-Inseminación</u>	48

3.3.2-Parición.....	50
3.3.3-Destete.....	51
3.3.4-Desbalance en la base de datos del experimento.....	54
3.4-MODELOS ESTADISTICOS.....	57
4-RESULTADOS Y DISCUSION.....	59
4.1-ANALISIS DE VARIANZA.....	59
4.2-DESCRIPCION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....	64
4.2.1-Diferencias en peso al destete según raza de padre.....	64
4.2.1.1-Comparación de los resultados obtenidos con respecto a lo informado a nivel internacional.....	65
4.2.2-Diferencias en peso al destete entre terneros cruza simple y triple cruza.....	66
4.2.2.1-Comparación de los resultados obtenidos con respecto a lo informado a nivel internacional.....	67
5-CONCLUSIONES.....	69
6-RESUMEN.....	71
7-BIBLIOGRAFIA.....	73

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS.

FIGURA N° Página

1. Factores que afectan el ingreso de los rodeos de cría con venta de terneros al **destete**.....4

TABLA N°

1. Valores estimados del efecto genético aditivo individual (g^I) para peso al destete según diferentes autores..... 13
2. Valores del efecto aditivo maternal (g^M) estimados según diferentes autores..... 17
3. Heterosis individual para peso al destete según diferentes autores21
4. Promedio de heterosis por raza (hi^I).....**24**
5. Heterosis maternal según diferentes autores.....30
6. Heterosis maternal promedio según raza y diferentes autores.....31
7. Diferencias en peso al destete entre terneros cruza simple y triple cruza según diferentes autores.....**38**
8. Grupos Biológicos de razas Bovinas (MARC).....**43**
9. Grupo de raza del ternero según raza del padre, promedios para rasgos al nacimiento y al destete (MARC).....44
10. Composición Racial de los Terneros según raza de sus **progenitores**.....47
11. Período de **inseminación**.....48
12. Número de terneros destetados según **padre**.....49
13. Número de toros usados como conexión entre años según **raza**.....49
14. Período de parición y número de terneros nacidos por **año**.....50
15. Fecha de destete, edad promedio y desvío estándar según **año**.....51

16. Genotipo de los terneros según año de nacimiento.....	52
17. Terneros destetados según raza del padre y categoría de la madre por año de nacimiento.....	53
18. Número de terneros destetados según mes de nacimiento.....	53
19. Número de terneros destetados según raza de padre y raza de madre.....	54
20. Número de terneros destetados según genotipo y categoría de su madre por año de nacimiento.....	55
21. Análisis de Varianza I.....	59
22. Promedios de los pesos al destete para los efectos que componen el modelo. (ANAVA I).....	60
23. Análisis de Varianza II.....	61
24. Promedios de los pesos al destete para los efectos que componen el modelo. (ANAVA II).....	62
25. Promedios de peso al destete según raza de padre, diferencias entre éstos y nivel de significancia por grupo de datos.....	64
26. Promedios de peso al destete según raza de madre, diferencias entre éstos y nivel de significancia.....	66

1-INTRODUCCIÓN.

Las diferencias existentes entre razas en características productivas y reproductivas son una importante fuente genética para mejorar la eficiencia en la producción de carne.

En este sentido, los cruzamientos pueden ser usados para incrementar la productividad del rodeo a través de la formación de nuevas razas (variedades sintéticas), tomar ventajas de la complementariedad entre razas, crear un mejor genotipo para un ambiente determinado y a través de la explotación de la heterosis.

Algunos de estos usos dependen de las diferencias aditivas entre razas, en tanto que la explotación de la heterosis depende del efecto no aditivo de los genes (dominancia y epistasia) que afectan la productividad.

Estas ventajas determinadas por el uso de cruzamientos han llevado a que esta tecnología sea cada vez mas utilizada en países de avanzada en sistemas de producción de carne. Un ejemplo de ello es lo ocurrido en Estados Unidos según lo informado por Cundiff (1985), donde aproximadamente el 70 % de los terneros vendidos y entre el 50 y el 60 % de las vacas son cruza.

En Uruguay se han llevado a cabo desde la década del 60 un buen número de experimentos sobre cruzamientos, involucrando un número importante de razas. Lamentablemente ésta tecnología no se difundió a nivel nacional y por lo tanto no ha sido adoptada a nivel de los sistemas comerciales de producción de carne, con la consecuente pérdida de los beneficios que esta implica.

En este marco, la Facultad de Agronomía, a través de su Cátedra de Zootecnia ha suscripto un convenio de investigación con la Caja Notarial de Jubilaciones y Pensiones sobre cruzamientos en bovinos de carne.

El experimento presentado y analizado en esta tesis forma parte del convenio mencionado y sus objetivos son:

- 1) Evaluar diferencias existentes en peso al destete entre terneros según raza de padre: Charolais, Limousin o Salers.
- 2) Evaluar diferencias en peso al destete entre terneros triple cruza y cruza simple, hijos de las razas de padre Charolais, Limousin y Salers y de las razas de madre Hereford, Angus-Hereford y Red Poll-Hereford.

2-REVISION BIBLIOGRAFICA.

2.1-PESO AL DESTETE.

2.1.1-Definición e importancia.

Se entiende por destete el 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 (Rovira, 1996). 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 componentes, podemos observar que está determinado por el peso al nacimiento y la ganancia diaria promedio lograda desde el nacimiento hasta el destete.

En muchas situaciones, el peso al destete es una medida directa del producto principal del rodeo de cría, por lo cual es considerado un carácter importante (Long, 1980).

El peso al destete permite cuantificar la eficiencia biológica de un sistema de cría por medio de diferentes expresiones, como por ejemplo:

-Kilos de ternero destetado por vaca entorada

-Kilos de ternero destetado por Kg de vaca entorada
(Frohman y Marshall, 1985)

La primera expresión tiene en cuenta el porcentaje de destete (medida de eficiencia reproductiva) y el peso al destete (medida de eficiencia de crecimiento), obteniéndose un valor que en cierta medida marca la productividad promedio del rodeo (Dickerson, 1990; Setshwaelo et al., 1990). Esta productividad tiene un valor muy relativo, pues mide la eficiencia individual, sin considerar el costo alimenticio y la producción por unidad de superficie. En cambio, la segunda expresión introduce la característica de peso vivo de la vaca, haciéndola más adecuada como estimador de la eficiencia biológica, pues en cierta medida está relacionado al costo alimenticio.

Es de destacar la importancia que puede adquirir el peso al destete en la eficiencia económica de sistemas criadores, tal como lo informan Lamb et al. (1992) en su trabajo de investigación, en el cual el peso promedio al destete y la tasa de preñez explicarían el 82 % de la variación en la eficiencia económica.

Por otro lado, Marshall et al. (1976) encontraron que el peso al destete solo o en combinación con la edad del ternero, explicaban entre el 62 y 68 % de la variación de la eficiencia biológica en sistemas criadores, respectivamente.

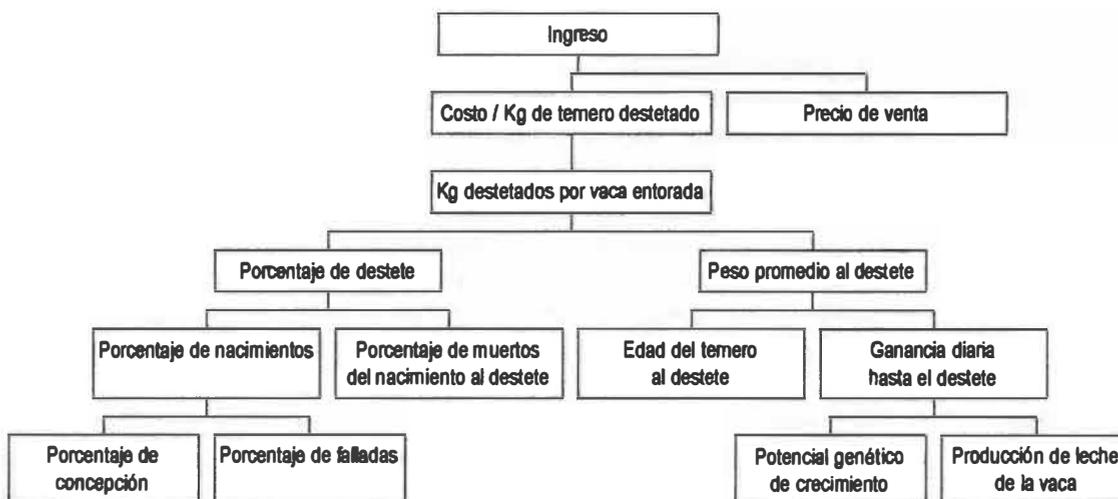
Wagner (1984), estudiando la eficiencia biológica de la unidad vaca-ternero hasta el destete y hasta la faena encontró una correlación de 0.83 entre el peso de los terneros a los 180 días y la eficiencia hasta el destete, lo cual está indicando a dicho carácter como buen predictor de la eficiencia hasta ese momento. En cambio la correlación encontrada entre éste y la eficiencia hasta la faena a los 15 meses de edad es de menor magnitud (0.40).

Sin embargo, Gregory et al. (1978) señalaron que características al nacimiento y al destete, representan solo una pequeña parte del proceso global de producción de carne; por lo cual sería conveniente tener en cuenta la eficiencia neta de todo el ciclo de producción. Es decir, desde el nacimiento hasta la faena en novillos, así como la habilidad y fertilidad maternal de las vaquillonas, de forma de obtener conclusiones objetivas acerca del mérito genético de una raza o cruce en particular.

Rovira (1996), al analizar la cantidad de animales necesarios a mantener según la edad al primer entore, concluye que en general el aumento de la productividad de los rodeos de cría es más sensible a los aumentos en la performance reproductiva que a los incrementos del peso al destete de los terneros.

La figura N°1 resume esquemáticamente como influyen diversos factores el ingreso de los criadores de terneros (Rovira, 1996).

Figura N°1. Factores que afectan el ingreso de los rodeos de cría con venta de terneros al destete.



En la figura N°1 se observa la importancia del peso al destete como estimador de la habilidad materna y del potencial de crecimiento del ternero.

Ray et al. (1970) trabajando con ganado Hereford sugieren que la habilidad materna es más importante en determinar la performance al destete que diferencias en el potencial genético del ternero. A su vez Rovira (1974 y 1996) concuerda con diversos autores que presentan altas correlaciones entre producción de leche y aumento total de peso entre nacimiento y destete. En términos muy generales, alrededor del 50 % de la variación del peso al destete de los terneros con seis meses de edad (180 días), se explica por la variación en el consumo de leche (Rovira, 1996). Este valor surge al promediar los coeficientes de determinación (cuadrado del coeficiente de correlación) determinados en los trabajos de Rovira (1996) ($r = 0.81$), Brumby et al. (1963) ($r = 0.7$) y Gifford (1953) ($r = 0.63$) para producción de leche de la madre y peso del ternero al destete y concluyen que el peso al destete es un buen criterio para seleccionar vacas por su aptitud lechera.

2.1.2-Factores que afectan el peso al destete.

2.1.2.1-Edad del ternero.

Es una de las fuentes de variación más importantes que afectan el peso al destete. Para estudiar la incidencia de este factor se debe considerar la curva de crecimiento predestete de los terneros. En el trabajo de investigación realizado por Reynolds et al. (1978), bajo condiciones de pastoreo, se observó que los terneros nacidos a fines de invierno describen una curva de crecimiento aproximadamente lineal hasta el verano; a partir de ese momento, las ganancias de peso disminuyen debido a la menor calidad y cantidad de forraje asociada a una menor producción de leche de la madre. Pell y Thayne (1978) y Gaskins y Anderson (1980) citados por Brasesco y Echeverrigaray (1988), también encontraron este crecimiento cuadrático hasta el destete.

Por otra parte, Johnson y Dinkel (1951) analizaron dos métodos de ajuste por la edad, uno lineal y otro cuadrático; sugieren que el primero ajusta mejor, demostrando que el crecimiento predestete describe una curva casi lineal respecto a la edad, para las condiciones analizadas.

Debido a esta disparidad de resultados Brasesco y Echeverrigaray (1988) expresan que se podría concluir que el crecimiento predestete puede ser lineal o cuadrático en función de las condiciones nutricionales del ternero y la edad al destete. Proponen que un ajuste estandarizado a edad fija, cercano a la edad promedio de destete del rodeo, siempre que no existan grandes diferencias de edades entre los terneros, sería satisfactorio tal como lo demuestran Sellers et al. (1970) y Swiger et al. (1961). Esto está de acuerdo con los datos informados por Rovira (1972), donde prácticamente no existen diferencias en el peso al destete corregido a edad fija entre terneros nacidos en agosto, setiembre y octubre en condiciones de campo natural en el Uruguay.

2.1.2.2-Sexo del ternero.

Es otro de los factores que determinan diferencias significativas en el peso al destete de los terneros. Leighton (1982) cuantificó la incidencia de este factor analizando los datos de 302075 terneros Hereford nacidos entre los años 1958 y 1978, llegando a la conclusión que el sexo del ternero representa un 19.3 % de la variación total del peso al destete.

Al revisar la bibliografía internacional y nacional se observa una clara tendencia de un mayor peso de los machos respecto al de las hembras, manteniéndose la misma para todas las razas (Koch y Clarck 1955, Rovira et al. 1967; Nelsen y Kress 1981).

Se ha demostrado que el nivel nutricional al que estén sometidos la vaca y el ternero es determinante en las diferencias entre machos y hembras, aumentando éstas a medida que mejora el nivel nutricional (Cundiff et al. 1966).

Preston y Willis (1975) buscando una explicación a la superioridad de los machos en peso al destete, realizan una revisión de varios trabajos, en los cuales se sugiere que éste mejor desempeño se debe a que los terneros maman con mayor frecuencia que las terneras, induciendo una mayor producción de leche por parte de sus madres. Sin embargo, los machos difieren genéticamente con las hembras, dando a los machos posiblemente mayor potencial genético para crecimiento que las hembras.

En la revisión realizada por Brasesco y Echeverrigaray (1988), se encontró que la superioridad en peso al destete sobre las hembras sería del 10 % para machos y del 6 % para novillos, y que el uso de factores multiplicativos es más aceptado para la corrección del factor analizado. Sin embargo, las diferencias mencionadas previamente no estarían de acuerdo con las obtenidas en su trabajo de investigación a nivel nacional, las cuales son del 4.5 % a favor de los terneros. Estos autores concluyen que las discrepancias entre valores se deben a que las condiciones nutricionales en las cuales realizaron su trabajo no permitirían expresar en su total magnitud las diferencias debidas al efecto del sexo.

2.1.2.3-Edad de la madre al parto.

La edad de la madre tiene una alta correlación con la producción de leche de la misma (Rovira, 1974), la cual afecta en gran medida el peso al destete del ternero (Brmby et al 1963). Estos autores concluyen que la producción de leche 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. Esta tendencia cuadrática que describe la producción de leche es similar a la observada en el peso al destete de terneros de madres entre tres y diez años de edad (Brasesco y Echeverrigaray, 1988). El peso al destete de terneros hijos de vacas de entre cinco y ocho años fue superior a la media; mientras que el peso de terneros hijos de vacas de tres años de edad fue similar al de los hijos de vacas de diez años y más. Esta tendencia se repite en las dos razas analizadas (Hereford y Angus) por Brasesco y Echeverrigaray, 1988. Este comportamiento coincide con lo presentado por Preston y Willis (1975) y Cantet (1983).

Hohenboken y Brinks (1969), el Servicio Nacional de Registro para Bovinos de Carne de Estados Unidos (1973) (National Beef Recording Service), Nicoll y Rae (1977), Nelsen y Kress (1981) y Leighton et al (1982), concuerdan en que el empleo de factores aditivos cancela la mayor parte de las diferencias de peso al destete debidas a la edad de la madre.

2.1.2.4-Época 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.

Los autores mencionados, trabajando con animales de las razas Angus y Hereford y con un período de parición que abarcó de agosto a diciembre, encontraron que las ganancias diarias predestete siguieron una tendencia cuadrática al igual que la producción de leche y los pesos al destete de los terneros, los cuales fueron superiores para aquellos nacidos en el mes de setiembre. Por lo tanto, la evolución de la ganancia diaria predestete estará íntimamente relacionada a la curva de crecimiento de las pasturas propias de cada región.

2.1.2.5-Año de nacimiento.

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).

Su incidencia en el peso al destete ha sido documentada por numerosos autores, por ejemplo Gregory et al. (1978), Knapp et al. (1980), Peacock et al. (1981), Nelson et al. (1982) y Cundiff et al. (1998).

Brasesco y Echeverrigaray (1988), estudiando terneros Hereford y Aberdeen Angus nacidos y criados en campo natural, para una secuencia de veinte años encontraron que el año de nacimiento fue significativo. Ambas razas presentaron un comportamiento similar, teniendo marcadas oscilaciones entre años, siendo la amplitud en Hereford de 53 Kg y en Aberdeen Angus de 41 Kg.

Se debe considerar que el efecto año está influenciado por varios factores como lo son la cantidad de precipitaciones y su distribución (muy asociadas a la disponibilidad de forraje), temperatura, manejo, sanidad, etc.

2.1.2.6-Padre (Raza de Padre).

En la bibliografía se informan incidencias variables del efecto padre en el peso al destete. Así Brasesco y Echeverrigaray (1988), citan a Gregory et al. (1979) quienes no encuentran significativo este efecto en el peso corregido a los 200 días. En cambio, Nelsen y Krees (1979) y Buchanan y Nielsen (1979) lo encuentran significativo al uno por ciento. Para Pahnish et al. (1961) la variación debida al padre contribuyó con un cinco y doce por ciento del total en terneros machos y hembras respectivamente.

Brown (1960), encontró que las diferencias en promedio para los mejores y los peores padres en los tres rodeos estudiados fueron 53.07, 34.43 y 37.65 Kg para el peso a los 240 días correspondientes a terneros Hereford y Aberdeen Angus.

Por su parte Brasesco y Echeverrigaray (1988) encontraron que el efecto padre sobre el peso al destete corregido a los 205 días fue significativo con una probabilidad menor a 0.005 por ciento, concordando con los trabajos de Nelsen y Krees (1979) y Buchanan y Nielsen (1979).

2.1.2.7-Composición racial.

Se ha encontrado en un gran número de trabajos evidencia significativa del efecto que tiene 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:

- Diferencias genéticas individuales y maternas entre las razas (Ej: Británicas vs Continentales).
- Diferentes niveles de heterosis individual.
- Diferentes niveles de heterosis materno.
- Otros.

En este sentido, Dickerson (1973) propone un modelo genético en el cual los distintos componentes o efectos genéticos intentan explicar las diferencias en comportamiento observadas entre los animales de diferente composición racial. Los efectos genéticos involucrados se describen a continuación:

- Contribución aditiva promedio de los genes nucleares de cada padre (g^j).

- Efectos directos de heterosis (h^I) atribuibles al incremento de la heterocigosis de cada cruzamiento particular. Los efectos de heterosis usualmente se asume que reflejan efectos de dominancia o posiblemente sobredominancia. Sin embargo pueden verse involucrados efectos de epistasis (Hill, 1982; Willham y Pollak, 1985). Dickerson (1969), reconoce que los valores de heterosis difieren entre cruza específicas (h_{AB}^I no necesariamente es igual a h_{AC}^I).

- Efectos directos de recombinación (r^I) atribuibles a la formación de nuevas combinaciones epistáticas en la progenie. Dickerson (1969, 1972) se refiere a éste componente como pérdidas al asumir que el efecto usual de recombinación podría romper combinaciones favorables epistáticas aditivas x aditivas que han sido desarrolladas a través de la selección dentro de razas puras. Sin embargo, r^I puede teóricamente ser positiva o negativa. La naturaleza genética de éstos efectos de recombinación ha sido también discutida por Hill (1982) y Willham y Pollak (1985). Los efectos de recombinación pueden también diferir entre cruza específicas (r_{AB}^I no necesariamente es igual a r_{AC}^I).

- Efectos maternos promedios de la raza de la madre o cruza en la expresión del rasgo de interés en la progenie. Los efectos maternos pueden incluir:

- a. Contribución aditiva promedio de los genes nucleares al efecto maternal de la raza de la madre o cruza (g^M).

- b. Efecto de la heterosis maternal (h^M) producto de la heterocigosis de la madre que afecta el rasgo de interés en el individuo. En la hembra cruza la heterocigosis de la madre puede llevar a una heterosis en la producción de leche y por lo tanto a una heterosis maternal en el peso al destete de su progenie.

- c. Efectos de recombinación en la madre (r^M) que son expresados en el comportamiento de la progenie.

- d. Efectos promedios de los genes mitocondriales que se expresan en el individuo provenientes de sus madres (m^T). Ha sido sugerido para la producción de leche en ganado lechero (Bell et al. 1985) y para los rasgos de crecimiento en suinos (Toelle et al. 1986). Kennedy (1986) ha demostrado que es difícil separar definitivamente los efectos mitocondriales de los efectos genético nucleares.

- e. Efectos promedios de los genes ligados al sexo encontrados en el cromosoma X en el comportamiento de los machos.

- f. Efectos promedios del ambiente que proveen los abuelos maternos y que se expresarán en los efectos maternos (g^M). Este efecto normalmente toma la forma de un efecto ambiental negativo (Cundiff et al. 1974a).

- Efectos paternos promedios de la raza del padre o cruce en la expresión del rasgo de interés en la progenie (g^P).

No todos los efectos mencionados previamente serán tomados en cuenta posteriormente debido a su compleja determinación. Los efectos que no serán considerados son r^I , r^M , m^T , genes ligados al sexo encontrados en el cromosoma X, g^M y g^P .

2.2-EFECTOS GENETICOS INVOLUCRADOS EN CRUZAMIENTOS.

A continuación se presenta la revisión de los principales efectos genéticos involucrados en cruzamientos que influyen sobre el desempeño animal.

2.2.1-Efecto genético aditivo individual.

En este punto se hará una revisión de una serie de trabajos en los cuales se estiman los efectos genético aditivo individuales de distintas razas como desvíos de la media general. El objetivo será obtener conclusiones acerca del mérito genético de las razas (Británicas y Continentales) para peso al destete.

Estimaciones del efecto genético aditivo individual (g^I) fueron realizadas por Gregory et al. (1978 a) en un estudio que incluyó 1151 terneros destetados (595 machos y 582 hembras), productos de un cruzamiento dialélico entre las razas Red Poll, Pardo Suizo, Hereford y Angus. La raza Pardo Suizo (Continental) mostró el mayor valor de g^I (16.1 Kg) para peso al destete a los 200 días, siendo 17 Kg superior con respecto a la raza Angus (mejor desempeño entre las Británicas) y 25.5 Kg superior a Red Poll (peor desempeño entre las Británicas). Las diferencias en g^I encontradas entre las razas Red Poll, Hereford y Angus (Británicas) fueron menores a las mencionadas anteriormente, siendo la amplitud observada de 8.5 Kg (Angus vs Red Poll). Todas las diferencias entre los g^I fueron significativas excepto aquellas entre las razas Hereford y Red Poll y Angus y Hereford ($p < 0.05$). Ver tabla N° 1.

Cuando se analizaron por separado los g^I para peso al destete de las terneras hembras (Gregory et al. 1978 b), se observó que la raza Pardo Suizo mantenía diferencias significativas con respecto a las otras razas. Esta presentó una superioridad de 22.3 Kg con respecto a Angus, la cual volvió a desempeñarse mejor entre las Británicas; mientras que la máxima diferencia observada fue de 25.6 Kg con respecto a Hereford. No se encontraron diferencias significativas entre Angus, Hereford y Red Poll, existiendo una leve superioridad de Angus. Ver tabla N°1.

Posteriormente, fueron analizados los g^I para peso al destete de los terneros machos (Gregory et al. 1978 c) y se encontró una tendencia similar a los trabajos anteriores destacándose el mayor g^I de la raza Pardo Suizo respecto a las restantes tres razas. Las razas Hereford y Angus no presentaron diferencias significativas entre sí, pero sí se observó un mayor g^I de éstas con respecto a Red Poll ($p < 0.05$). Angus y Hereford fueron superiores a Red Poll en 16.5 y 10.3 Kg respectivamente. La amplitud máxima fue de 25.3 Kg, siguiendo la tendencia de los trabajos anteriores. Ver tabla N°1.

Con el objetivo de evaluar la performance de terneros al destete (180 días) y la producción por vaca en condiciones de pasturas en Nevada (Estados Unidos), Curtiss M. Bailey (1981) estimó los g^I de las razas Hereford y Red Poll, siendo éstos 4 y -4 Kg

respectivamente. Las diferencias fueron significativas con una probabilidad menor a 0.05. Ver tabla N°1. Este mejor comportamiento de la raza Hereford frente a la raza Red Poll coincide con los resultados de Gregory et al. (1978).

Alenda et al. (1980), utilizando información de 1223 terneros de las razas Hereford, Angus y Charolais, estimaron sus g^I para el peso al destete a los 205 días. El g^I de Charolais difirió con una probabilidad menor a 0.01 de los g^I de Angus y de Hereford en 21.1 y 16.7 Kg respectivamente. También el g^I de Angus difirió ($p < 0.10$) del de Hereford, siendo 4.4 Kg inferior. Fue notoria una gran diferencia entre el g^I de Charolais y las razas Británicas, siendo éstas últimas muy parecidas en peso a los 205 días. Ver tabla N°1.

Por otra parte, Dillard et al. (1980) encontraron que los efectos aditivos para Charolais expresados como desvíos con respecto a Hereford fueron positivos ($p < 0.01$) en 20.1 Kg; mientras que Angus no se diferenció significativamente de Hereford. Ver tabla N°1.

Por su parte, Damon et al. (1961) hallaron que la raza Hereford superaba a la Angus en el rasgo estudiado mientras que resultados contrarios fueron reportados por Long y Gregory (1975) y Smith et al. (1976).

En investigaciones conducidas por el Centro de Investigación Agrícola de la Universidad de Florida, los g^I determinados para las razas Angus, Brahman y Charolais fueron -3.6, -18.0 y 21.6 Kg respectivamente para peso al destete a los 205 días. Cabe destacar que los g^I de Angus y Brahman difirieron del g^I de Charolais con una probabilidad menor a 0.01 en 25.2 y 39.6 Kg respectivamente (Peacock et al. 1981). Ver tabla N°1.

Datos de peso al destete de 47652 terneros nacidos en 371 grupos contemporáneos fueron usados por MacNeil et al. (1982) para estimar los g^I para el peso a los 205 días de las razas Hereford, Angus, Shorthorn, Limousin, Charolais y Main Anjou (ver tabla N°1). El g^I de la raza Main Anjou fue de 29.7 Kg, siendo superior con respecto al g^I de las otras razas con una probabilidad menor a 0.01, mientras que los g^I de las razas Charolais y Limousin no presentaron diferencias significativas. Sin embargo Smith et al. (1976) encontraron que los terneros hijos de padres Limousin pesaron significativamente menos a los 200 días que los terneros hijos de padres Charolais. Por otro lado, Shorthorn y Angus presentaron valores de g^I similares (-10.1 y -12 Kg), los cuales no se diferenciaron significativamente; en cambio sí fueron significativas las diferencias entre éstas y Hereford ($p < 0.01$) y entre razas Británicas y Continentales. A modo de ejemplo podemos citar los 24.4 y 31.4 Kg de diferencia encontrados a favor de Charolais con respecto a Angus y Hereford.

Tabla N°1. Valores estimados del efecto genético aditivo individual (g^I) para peso al destete según diferentes autores.

Raza (i)	g^I para peso al destete (kg)	Autor
B A H RP	16.1 a -0.9 b -5.9 bc -9.4 c	Gregory et al. (1978 a).
B A H RP	17.7 a -4.6 b -7.9 b -5.3 b	Gregory et al. (1978 b).
B A H RP	12.3 a 3.5 b -2.7 b -13.0 c	Gregory et al. (1978 c).
C H A	12.6 ** -4.1 + -8.5 **	Alenda et al. (1980).
H RP	4.0 * -4.0	Curtiss M. Bailey (1981).
H A C	0 -1.6 20.1 **	Dillard et al. (1980).
MA C Li Sh A H	29.7 a 12.4 b 9.5 b -10.1 c -12.0 c -19.0 d	MacNeil et al. (1982).
C A Br	21.6** -3.6 -18.0	Peacock et al. (1981).

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE
DOCUMENTACION Y
BIBLIOTECA.

a,b,c,d, Valores con letras diferentes se diferencian significativamente con una probabilidad menor al 0.05.

A = Angus
B = Pardo Suizo **p<0.01
Br = Brahman *p<0.05
C = Charolais +p<0.10
H = Hereford
Li = Limousin
MA = Main Anjou
R = Red Poll
Sh = Shorthorn

2.2.1.1-Conclusiones.

- Cuando comparamos razas Continentales (altas tasas de crecimiento y gran tamaño adulto) y razas de tipo Británico, se observa una marcada tendencia de las razas Continentales a presentar valores de g^l superiores.
- Entre las razas Continentales, en general se evidencia un mejor desempeño de la raza Charolais frente a Limousin.
- Al comparar razas de tipo Británico entre sí (principalmente Hereford y Angus), vemos que los resultados no marcan una clara tendencia. Algunos trabajos señalan a Hereford como superior en peso al destete (Alenda et al. 1980), otros señalan lo contrario (MacNeil et al. 1982), mientras que también están aquellos en los que no se encuentran diferencias entre ambas razas (Gregory et al. 1978 a, b y c; Dillard et al. 1980).
- Por otro lado la raza Red Poll se reitera como la de menor g^l con respecto a Hereford y Angus (Gregory et al. 1978 a y c; Curtiss M. Bailey 1981).
- La falta de acuerdo en los resultados entre Hereford y Angus hace que resulte difícil concluir sobre el desempeño de éstas en una situación en particular.

2.2.2-Efecto genético aditivo maternal.

Al igual que en el punto anterior se hará una revisión de una serie de trabajos con la finalidad de evaluar el efecto genético aditivo maternal (g^M) de distintas razas sobre el peso al destete. Se pondrá énfasis en el análisis de las razas Hereford, Angus y Red Poll por estar incluidas en nuestro trabajo de investigación.

Gregory et al. (1978 a), estudiando las razas Pardo Suizo, Hereford, Angus y Red Poll determinaron que éstas se diferencian con una $p < 0.05$ en sus efectos genético aditivo maternales para peso al destete, siendo el ranking de mayor a menor : Pardo Suizo, Red Poll, Angus y Hereford. La diferencia entre Pardo Suizo y Hereford en g^M es de 48.2 Kg.. Los terneros hijos de madres Pardo Suizo y Red Poll fueron en promedio 35 Kg más pesados ($p < 0.01$) que los hijos de las cruza reciprocas con madres Hereford y Angus. Los terneros hijos de madres Red Poll y Pardo Suizo son mas pesados al nacimiento y tienen una mayor tasa de ganancia diaria que las cruza reciprocas con Hereford y Angus. Estas razas superiores estarían brindando un ambiente maternal prenatal y postnatal superior. Por otra parte, cuando comparamos el efecto genético maternal de las razas Angus y Hereford se observa una diferencia de 8.5 Kg en el peso al destete a favor de Angus. Cuando se analiza el estudio anterior tomando por separado los datos de los terneros hembras y machos se observa que el ranking de las razas se mantiene (Gregory et al. 1978 b y c). Ver tabla N°2.

Resultados coincidentes a los obtenidos por Gregory et al. (1978a, 1978b y 1978c) fueron encontrados por Curtiss M. Bailey (1981), quien con el propósito de evaluar la producción por vaca en condiciones de pasturas en Nevada y la performance de sus terneros, determino los g^M de las razas Hereford y Red Poll. Los mismos fueron -16 y 16 Kg respectivamente ($p < 0.01$). El autor sugiere que la menor tasa de crecimiento de los terneros hijos de vacas Hereford se debe a una limitada producción de leche materna. Esto está de acuerdo con la información reportada por Notter et al. (1978) y Gregory et al. (1978). Ver tabla N°2.

Los g^M estimados por Alenda et al. (1980) para las razas Charolais, Angus y Hereford presentan diferencias significativas entre sí, siendo mayor el g^M de la raza Charolais en 23.7 Kg respecto al de la raza Hereford ($p < 0.01$). La raza Angus presenta un g^M intermedio y superior a Hereford en 4.5 Kg. Ver tabla N°2.

Coincidiendo con éstos resultados Damon et al. (1961), Long y Gregory (1975) y Smith et al. (1976) encontraron que vacas Angus superaban a vacas Hereford en la habilidad maternal.

En el experimento realizado por Dillard et al. (1980), involucrando éstas mismas razas se encontraron diferencias significativas en los g^M de Angus y Charolais con respecto a Hereford. En éste estudio los g^M fueron calculados como desvíos respecto a

Hereford. El g^M de Angus fue 9.8 Kg mayor al de Hereford ($p < 0.01$), lo cual está de acuerdo a lo reportado por Gregory et al. (1978 a), Alenda et al. (1980) y MacNeil et al. (1982). Ver tabla N°2. Por otro lado, la raza Charolais presentó un g^M superior a Angus, siendo la diferencia entre éstas razas de 18.8 Kg. Estos resultados están de acuerdo con los informados por Gregory et al. (1965), Brown y Galvez (1969), Turner (1969), Koch (1972), Gaines et al. (1978) y Ellis et al. (1979) quienes puntualizan la importancia de los efectos genéticos maternos en los rasgos predestete.

En tanto, Peacock et al. (1981) al estimar los g^M de las razas Angus, Brahman y Charolais no encontraron diferencias significativas para peso al destete a los 205 días entre Angus y Charolais. Los valores estimados fueron 3.3, -0.6 y -2.7 Kg para Brahman, Charolais y Angus respectivamente. Únicamente el g^M de la raza Brahman se diferenció significativamente ($p < 0.05$) con respecto a las otras razas.

En el estudio de Sagebiel et al. (1974), la habilidad maternal de Angus fue superior a la de Charolais y Hereford cuando el peso al destete se expresó como peso del ternero a los 205 días sobre el peso metabólico de la vaca.

Evaluando los factores que afectan la eficiencia de vacas Angus, Charolais y sus cruza recíprocas, Marshall et al. (1976) concluyen que el tamaño de vaca y la condición corporal tienen un pequeño efecto en la eficiencia de las vacas destetando terneros, mientras que mayores niveles de producción de leche (medidos directa o indirectamente como peso al destete) fueron muy beneficiosos.

En el análisis realizado por MacNeil et al. (1982), en el que se incluyen varias razas Británicas, se determinó el g^M para la característica en estudio. Angus fue superior con respecto a Hereford y Shorthorn en 6.7 y 9.5 Kg respectivamente ($p < 0.01$). Estudiando estas mismas razas Cundiff et al. (1992), encontraron resultados similares respecto a los g^M de vacas que fueron entoradas a partir de los dos hasta los doce años de edad ($p < 0.05$). El ranking de las razas en orden de mayor a menor fue Angus, Shorthorn y Hereford. Las diferencias observadas a favor de Angus fueron de 16.1 y 26.5 Kg respecto a Shorthorn y Hereford. Ver tabla N°2.

Tabla N°2. Valores del efecto aditivo maternal (g^M) estimados según diferentes autores.

Raza (i)	g^M para peso al destete (Kg.)	Autor
B RP A H	26.4 a 8.7 b -13.3 c -21.8 d	Gregory et al. 1978 a.
C A H	14.3 ** -4.9 * -9.4 **	Alenda et al. 1980.
C A H	28.6 ** 9.8 ** 0	Dillard et al. 1980.
RP H	16.0 ** -16.0 **	Curtiss M. Bailey, 1981.
Br C A	3.3 -0.6 -2.7	Peacock et al. 1981.
Si RA A H Sh PH	11.0 6.3 0.3 -6.4 -9.2 -18.9	MacNeil et al. 1982.
A Sh H	14.2 a -1.9 b -12.3 c	Cundiff et al. 1992.

a,b,c,d, Valores con letras diferentes se diferencian significativamente con una probabilidad menor al 0.05.

A = Angus

B = Pardo Suizo

Br =Brahman

C = Charolais

H = Hereford

PH = Polled Hereford

RA = Red Angus

RP = Red Poll

Sh = Shorthorn

Si = Simmental

** p<0.01

* p<0.05

+ p<0.10

2.2.2.1-Conclusiones.

- Existe un gran número de trabajos en los cuales se compara la raza Angus con Hereford, encontrándose en la totalidad de los mismos una marcada superioridad de la habilidad maternal de la raza Angus sobre Hereford, evidenciada por valores de g^M mayores (Gregory et al. 1978 a; Alenda et al. 1980; Dillard et al. 1980; MacNeil et al. 1982 y Cundiff et al. 1992).
- La mayor producción de leche de la raza Angus respecto a Hereford sería el factor que explicaría en mayor medida las diferencias en la habilidad maternal entre ambas razas.
- En contraposición, existen pocos trabajos que estiman el g^M de la raza Red Poll. En éstos se observa que la raza Red Poll presenta valores de g^M superiores a la raza Hereford y Angus.
- Sería necesario mayor información que compare éstas razas para llegar a una conclusión final.

2.2.3-Heterosis individual.

La heterosis o vigor híbrido es el resultado del cruzamiento de animales de diferentes razas y depende de factores genéticos no aditivos (epistasia y dominancia) (Dickerson 1969 y 1973). Es conocido el importante efecto que tiene en la mayoría de los rasgos económicos de ganado de carne (Gregory et al. 1965, 1966 a, b y c; Wiltbank et al. 1966; Cundiff et al 1974 a y b; Long y Gregory 1974), como en características reproductivas (porcentaje de preñez y de parición) y de crecimiento (ganancia diaria predestete, peso al destete y ganancia posterior al destete) (Cundiff 1970 y Long 1980).

A continuación se presentan una serie de trabajos en los cuales fueron estimadas las heterosis específicas de determinadas cruzas y las heterosis promedio de cada raza para peso al destete.

Con la información de un cruzamiento dialélico que incluía las razas Red Poll, Pardo Suizo, Hereford y Angus, Gregory et al. (1978 a) estimaron los efectos de heterosis individual (h^1) para las seis combinaciones posibles de razas. Los efectos de heterosis fueron significativos para peso al destete (200 días) siendo la heterosis general (promedio) de 7.3 Kg o 3.6 %. A nivel de heterosis específica se destacaron los porcentajes de heterosis alcanzados por las combinaciones de las razas Pardo Suizo-Red Poll y Red Poll-Angus, siendo éstas de 4.0 y 3.9 %, respectivamente (ver tabla N°3).

Estos resultados están en completo acuerdo con los obtenidos por Alenda et al. (1980) quienes luego de evaluar las heterosis específicas para las combinaciones entre las razas Hereford, Angus y Charolais, estimaron una heterosis general de 3.6 % para peso al destete. Las cruzas Angus-Hereford y Angus-Charolais fueron las que presentaron mayores niveles de heterosis individual, 5.5 % y 3.4 % respectivamente siendo Charolais-Hereford la craza que obtuvo el menor nivel de heterosis (2.0 %). Estos valores fueron considerados por el autor como similares a los informados por Gaines et al. (1966), Pahnish et al. (1969) y Long y Gregory (1975). Evaluando las mismas razas, Sagebiel et al. (1974) y Dillard et al. (1980), obtuvieron valores de heterosis general de 3.5 y 3.9 %, los cuales son similares a los valores registrados anteriormente. Ver tabla N°3.

Previamente, Gregory et al. (1965, 1966a y b) analizando razas de origen Británico (Angus, Hereford y Shorthorn) reportaron un 4.7 % de heterosis general, la cual está comprendida dentro de los valores mencionados. Ver tabla N°3.

En cambio, Peacock et al. (1981) utilizando las razas Angus, Charolais y Brahman obtuvieron una heterosis general de 7.7 % (ver tabla N°3), siendo ésta algo superior a las comentadas anteriormente. Estos mayores niveles de heterosis registrados para cruzas

entre *Bos Taurus* y *Bos Indicus* también han sido señalados en las revisiones realizadas por Cundiff (1970) y Long (1980), citados por Croci y Gandos (1995).

Por otro lado, cuando se analiza la heterosis específica (ver tabla N°3) de las combinaciones de razas, no se observa un padrón de comportamiento similar entre éstas al considerar trabajos diferentes. A modo de ejemplo podemos mencionar a la heterosis específica Charolais-Hereford, que es la de menor magnitud en el trabajo de Alenda et al. (1980) y la de mayor magnitud en el trabajo de Dillard et al. (1980).

Ahora bien, cuando analizamos los niveles de heterosis individual alcanzados por cruzas específicas de origen Británico y lo comparamos con los niveles logrados por cruzas específicas entre Británicas y Continentales se aprecia una superioridad a favor de las cruzas Británicas. En promedio las cruzas entre razas Británicas alcanzaron un 4.3 % de heterosis individual, mientras que las cruzas entre Británicas y Continentales registraron un 3.0 %, lo cual está de acuerdo a los valores que reportaron Croci y Gandos (1995).

En algunos casos no se reportan efectos de heterosis, un ejemplo de ello es el informe de Olson et al. (1985) (ver tabla N°3), quienes además afirman que la ausencia de heterosis puede ser común para cruzas de razas *Bos Taurus* bajo condiciones subtropicales y citan a Peacock et al. (1981) quienes no encontraron efectos de heterosis específica en las cruzas Angus-Charolais en Florida.

Al analizar los promedios de heterosis por raza encontramos que la gran mayoría de los valores varían entre un 3 y 5 %, lo que permitiría considerar similares entre sí los aportes de las distintas razas. Es de destacar, la gran variación existente respecto al ranking entre las razas en los distintos trabajos. Ver tabla N°4.

Las dos observaciones previas estarían planteando la suposición de que no habría una raza que logre un mayor aporte de heterosis individual cuando cruzamos razas *Bos Taurus*.

Tabla N°3. Heterosis individual para peso al destete según diferentes autores .

HETEROSIS INDIVIDUAL			
	Peso al destete (Kg)	Porcentaje (%)	Autor
Específica			Gregory et al. (1978 a).
B-R	9.0*	4.0	
R-H	6.4*	3.4	
R-A	7.6**	3.9	
B-H	6.7*	3.2	
B-A	7.9**	3.6	
H-A	6.4**	3.5	
General	7.3**	3.6	
Específica			Alenda et al. (1980).
A-C	6.5**	3.4	
A-H	9.6**	5.5	
C-H	3.8+	2.0	
General	6.6	3.6	
Específica			Dillard et al. (1980).
H-A	6.9**	4.4	
A-C	3.7	2.2	
H-C	9.5**	5.3	
General	6.7	3.9	

Específica A-H A-Sh H-Sh General	 8.8	 4.7	Gregory et al. (1965,1966 a, b).
General	4.9	2.8	Gaines et al. (1966).
Específica C-H	9.0	3.4	Klosterman et al. (1968).
Específica H-A A-C H-C General	5.3 3.7 9.4 6.2	2.6 1.6 4.2 2.8	Pahnish et al. (1969).
Específica H-A A-C H-C General	9.4 6.0 2.9 6.1	5.7 3.3 1.6 3.5	Sagebiel et al. (1974).
Específica H-A	10.9	7.2	Long y Gregory (1974, 1975).

Especifica A-Br A-C Br-C General	 20.7** 3.8 17.5** 14.0	 12.1 2.0 9.1 7.7	 Peacock et al. (1981).
Especifica H-R	 4.0*	 2.4	 Bailey (1981).
Especifica A-B	 -2.6 ns	 ---	 Olson et al. (1985).

A = Angus
B = Pardo Suizo
Br = Brahman
C = Charolais
H = Hereford
R = Red Poll
Sh = Shorthorn

** p < 0.01
* p < 0.05
+ p < 0.10
ns = no significativo

Tabla N°4. Promedio de heterosis por raza (\bar{h}^2).

Razas (i)	Peso al destete (Kg)	Porcentaje (%)	Autor
B R A H	7.9 c 7.7 c 7.3 c 6.5 c	3.6 3.8 3.7 3.4	Gregory et al. (1978).
A C H	8.0 5.2 6.7	4.5 2.7 3.8	Alenda et al. (1980).
A C H	5.3 6.6 8.2	3.3 3.8 4.8	Dillard et al. (1980).
A C H	4.5 6.6 7.4	2.1 2.9 3.4	Pahnish et al. (1969).
A C H	7.7 4.5 6.2	4.5 2.5 3.7	Sagebiel et al. (1974).
A Br C	12.3 19.1 10.7	7.0 10.6 5.6	Peacock et al. (1981).

a,b,c,d, Valores con letras diferentes se diferencian significativamente con una probabilidad menor al 0.05.

A = Angus
 B = Pardo Suizo
 Br = Brahman
 C = Charolais
 H = Hereford
 R = Red Poll

** p < 0.01
 * p < 0.05
 + p < 0.10
 ns = no significativo

2.2.3.1-Conclusiones.

- Existe un marcado efecto de heterosis individual cuando realizamos cruzamientos entre razas Bos Taurus.
- Cuantificado como promedio de heterosis por raza, éste efecto varía en general entre 3 y 5 % para peso al destete de los terneros.
- Es poco probable que exista una raza que logre un mayor aporte de heterosis individual cuando cruzamos Bos Taurus x Bos Taurus.
- Con respecto al promedio de heterosis individual para cruzas entre razas Británicas, la cual fue de 4.3 %, podemos decir que se encuentra dentro de los valores esperados, los cuales según la bibliografía y tal como lo comentan Croci y Gandós (1995) varían entre 3.1 y 7.2 %.
- Cuando se consideran las cruzas entre razas Británicas y Continentales el promedio de heterosis individual fue de 3.0 %, siendo éste menor a los niveles anteriores y estando dentro de los rangos (1.6-3.5%) que informaron Croci y Gandós (1995).
- Mayores niveles de heterosis individual promedio se encontraron en cruzas entre Bos Taurus y Bos Indicus (10.6 %), lo cual sigue la tendencia de lo informado en la bibliografía internacional(Cundiff, 1970; Long, 1980; Koger, 1980).
- El promedio total de las heterosis específicas fue de 3.65 % para peso al destete.

2.2.4-Heterosis maternal.

Es sabido y así lo demuestra la mayoría de los trabajos experimentales que la heterosis maternal (debido al uso de vacas cruza) causa incrementos en características predestete (ganancia diaria predestete y peso al destete). Por este motivo es que a continuación se realizará una revisión de una serie de trabajos con el objetivo de cuantificar su importancia en distintos tipos de cruzamientos (Británicas x Británicas, Británicas x Continentales).

En este sentido, Turner et al. (1968) y Gaines et al. (1971) indican que los terneros provenientes de vacas cruza fueron 9.1 % superiores en peso al destete que aquellos hijos de vacas puras. También Chapman et al. (1970), encontraron que las vacas cruza superan a las puras en el peso de sus terneros a los 225 días y para el promedio de ganancia diaria hasta el destete.

Además, Turner y McDonald (1969a) concluyen que sistemas de apareamientos rotacionales de tres razas (madres cruza) fueron 8.3 % superiores a los cruzamientos simples (madres puras) para peso al destete de los terneros. Las vacas cruza mostraron que eran un 5.6 % superiores a las puras para peso al destete en el Centro de Investigación de Animales de Carne de los Estados Unidos (USDA Meat Animal Research Center) (Cundiff, 1970). Deutscher y Whiteman (1972) obtuvieron similares resultados con vacas cruza destetando terneros mas pesados con respecto a vacas puras.

Los efectos de heterosis maternal (h^M) en rasgos productivos y reproductivos fueron estudiados por Cundiff et al. (1992) en 172 cruza recíprocas y 156 vacas puras de las razas Hereford, Angus y Shorthorn. Las vacas fueron entoradas para tener su primer ternero a los dos o a los tres años de edad (regímenes de manejo diferentes) y continuaron en evaluación hasta los doce años de edad, evaluando así la “vida productiva” de las vacas. En el total de la vida productiva, las vacas cruza produjeron un ternero más que las vacas puras (0.97 terneros, $p < 0.01$) y la acumulación de Kg de ternero destetado fue de 272 Kg ($p < 0.01$) para las vacas cruza respecto a las vacas puras. En promedio la heterosis maternal incrementó ($p < 0.01$) los pesos al destete de la progenie en 11 Kg. Ver tabla N°5.

La estimación de 5.8 % de h^M para peso a los 200 días es consistente con el rango de 1.5 a 5.1 % encontrado en los trabajos de Spelbring et al. (1977), Dearborn et al. (1987) y Morris et al. (1987) quienes utilizaron razas Bos Taurus. También, dentro de éste rango se encuentra la h^M reportada por Gaines et al. (1978), el cual evaluando las mismas razas estimó un 4.5 % (9 Kg).

Previamente, Cundiff et al. (1974) establecieron la h^M para las mismas razas en iguales condiciones de manejo a las mencionadas en Cundiff et al. (1992) para peso a los 200 días, la cual fue de 4.7 % u 8.4 Kg (ver tabla N°5). La producción de leche de las vacas cruce fue superior respecto a la producida por las vacas puras. A las dos semanas post parto la superioridad fue de 0.9 %, a las seis semanas post parto 7.5 %, a las catorce 6.1 % y 38 % al destete (veintinueve semanas post parto). Los efectos de h^M específicos (hij^M) fueron significativamente mayores ($p < 0.01$) en las recíprocas Hereford-Shorthorn respecto a las Angus-Shorthorn y tendieron a ser mayores en las cruces recíprocas Hereford-Angus respecto a las Angus-Shorthorn. Estos mayores efectos de heterosis materna específica encontrados en las cruces Hereford-Shorthorn y Hereford-Angus respecto a Angus-Shorthorn se explicarían por la similitud en la frecuencia de genes con efectos no aditivos que presentarían las razas Angus y Shorthorn respecto a Hereford (Gregory et al. 1966 b).

El régimen de manejo para parir a los dos años tuvo un mayor nivel de heterosis materna respecto al régimen de tres años (5.8 vs 3.0 %), siendo la diferencia de 4.88 Kg. Los relativos mayores efectos de heterosis de las vacas manejadas para que tengan su primer parto con menor edad concuerdan con los resultados reportados previamente por Cundiff et al. (1973).

A diferencia de lo informado previamente, el manejo para parir a los tres años presentó un mayor nivel de heterosis materna respecto al régimen para parir a los dos años de edad cuando ésta fue estimada como kilogramos de ternero destetado por vaca entorada por Cundiff, Gregory y Koch en 1974. En el régimen de manejo para parir a los dos años de edad las vacas cruce fueron 10.6 % superiores con respecto a las puras ($p < 0.05$), mientras que en el régimen de manejo para parir a los tres años de edad, las vacas cruces superaron en un 18.9 % a las vacas puras ($p < 0.01$); siendo la heterosis materna general de 14.8 % u 23.0 Kg ($p < 0.01$).

Alenda et al. (1980) utilizando como fuente de información datos de 1223 terneros obtenidos en un proyecto de cruzamientos de la Universidad de Missouri involucrando las razas Angus, Hereford y Charolais, estimaron una heterosis materna promedio para peso al destete a los 205 días de 4.3 %, lo que equivale a 8.0 Kg. Entre las cruces específicas, Angus-Charolais fue la que presentó una mayor heterosis materna para peso al destete a los 205 días (13.2 Kg) (ver tabla N°5). Involucrando las mismas razas, Dillard et al. (1980), estimaron una h^M promedio de 3.6 Kg para peso al destete, en tanto que los efectos de h^M específicas fueron significativos para las diferentes combinaciones de vacas cruces.

También, Ellis et al. (1979) estudiaron la heterosis maternal para peso al destete en vacas cruza Hereford, Angus y Charolais. La heterosis maternal general para peso a los 205 días fue de 4.5 Kg, mientras que entre las cruzas específicas la única que se diferenció significativamente ($p < 0.05$) fue la cruza Angus-Charolais, presentando una heterosis maternal de 7.5 Kg. Estos resultados son similares a los mencionados anteriormente, lo que estaría evidenciando la superioridad de esta cruza específica. Ver tabla N°5.

En otro experimento, la progenie de vacas puras Hereford y cruzas 50 % Angus-50 % Hereford, 25 % Simmental-75 % Hereford, 50 % Simmental-50 % Hereford y 75 % Simmental-25 % Hereford de entre tres y ocho años de edad fue estudiada por Kress et al. (1992). Los pesos al destete de los terneros manifestaron una h^M que osciló entre 3.6 a 5.2 %, siendo estos valores menores al reportado por el autor en 1990, el cual fue de 7.6 % para vacas de dos años.

El análisis del dialelo que incluyó las razas Red Poll-Hereford mostró evidencias ($p < 0.05$) de h^M en peso al destete a los 180 días (Bailey et al. 1990), alcanzando un valor de 4.0 Kg (1.7 %).

En un estudio realizado bajo condiciones de clima subtropical, la Universidad de Florida (USA) analizó la información de un cruzamiento en el cual toros Angus, Pardo Suizo y Angus-Pardo Suizo fueron apareados con vacas Angus, Pardo Suizo y Angus-Pardo Suizo en todas las combinaciones posibles. Se obtuvo una progenie compuesta por terneros puros y cruzas con diferentes proporciones de las razas Angus y Pardo Suizo (Olson et al. 1985). Los autores encontraron un efecto significativo de la h^M para peso al destete, siendo éste de 8.4 Kg ($p < 0.01$).

En el trabajo de Dearborn et al. (1987), se utilizaron vacas provenientes de un cruzamiento dialélico entre las razas Pardo Suizo, Red Poll, Hereford y Angus, estimándose la heterosis maternal promedio y específica de cada cruza. El promedio general de heterosis maternal fue de 7.4 Kg ($p < 0.01$) para peso a los 200 días, mientras que la heterosis maternal como porcentaje de la media de los puros, fue estimada en 3.0 %. Los mayores niveles de hij^M fueron alcanzados por las cruzas recíprocas Pardo Suizo-Hereford. Fueron consistentemente menores las diferencias entre las progenies hijas de vacas Red Poll-Angus recíprocas comparadas con las progenies de vacas Red Poll y Angus puras (ver tabla N°5). Este fue el único hij^M estimado no positivo y no significativo. Los resultados de las h^M promedio de cada raza (hi^M) sugieren que Pardo Suizo y Hereford tienen superiores hi^M que Angus y Red Poll. La heterosis maternal promedio de la raza Hereford fue de 9.7 Kg, siendo 4.1 y 6.1 Kg superior a la heterosis maternal promedio de las razas Red Poll y Angus. Ver tabla N°6.

Por otro lado, utilizando vacas cruzas de razas Bos Taurus x Bos Indicus McDonald y Turner (1972) estimaron un promedio de h^M de 7.2 % para peso al destete. Cruzas Bos Taurus x Bos Indicus, también son reportadas por Peacock et al. (1981), siendo los resultados similares a los reportados previamente (ver tabla N°5).

Otros autores que han informado diferencias de peso al destete de terneros hijos de vacas puras comparados con hijos de vacas cruzas son Brinks et al. (1972), Knapp et al. (1980), MacNeil et al. (1982), Neville et al. (1984), Koch et al. (1985), Wyatt y Franke (1986), Hohenboken y Weber (1989), Sacco et al. (1989).

Tabla N°5. Heterosis maternal según diferentes autores.

Razas (ij)	Peso al destete (Kg)	Porcentaje (%)	Autor
Específica H-Sh H-A A-Sh General	13.1** 8.1** 4.2 8.4**	 4.7	Cundiff et al. (1974)
Específica A-C A-H C-H General	7.5* 3.2 2.9 4.5	 2.0	Ellis et al. (1979)
Específica A-C C-H A-H General	13.2** 6.8* 4.2 8.0	7.0 3.6 2.4 4.3	Alenda et al. (1980)
Específica A-Br Br-C A-C General	24.3** 9.9** 8.6** 14.3	13.5 4.9 4.5 7.6	Peacock et al. (1981)
Específica R-B R-H R-A B-H B-A H-A General	13.0** 5.8** -1.9 15.3** 4.6* 8.1** 7.4**	 3.0	Dearborn et al. (1987)
Específica H-Sh H-A A-Sh General	15.3** 9.5** 8.3** 11.0**	 5.8	Cundiff et al. (1992)

A = Angus
 B = Pardo Suizo
 Br = Brahman
 C = Charolais
 H = Hereford
 R = Red Poll
 Sh = Shorthorn

** $p < 0.01$
 * $p < 0.05$
 + $p < 0.10$
 ns = no significativo

Tabla N°6. Heterosis maternal promedio según raza y diferentes autores.

Raza (i)	Peso al destete (Kg)	Autor
R B H A	5.6 b 11.0 c 9.7 c 3.6 b	Dearborn et al. (1987)
H A Sh	10.6 6.15 8.65	
H A Sh	12.4 8.9 11.8	
H A C	3.05 5.35 5.2	
H A C	5.5 8.7 10.0	Alenda et al. (1980)

a,b,c,d, Valores con letras diferentes se diferencian significativamente con una probabilidad menor al 0.05.

A = Angus
 B = Pardo Suizo
 H = Hereford
 R = Red Poll
 C = Charolais
 Sh = Shorthorn

2.2.4.1-Conclusiones.

- Se observa un marcado efecto de heterosis maternal en la totalidad de los trabajos analizados para peso al destete.
- Expresados como porcentaje, las estimaciones de heterosis maternal fluctúan entre un mínimo de 1.5 % y un máximo de 9.1 %, presentando un promedio de 4.9 %. En Kg, las estimaciones de heterosis maternal general varían entre 3.6 y 14.3 Kg y la media es de 8.8 Kg.
- Dearborn et al. (1987) sugieren que la heterosis maternal promedio de la raza Hereford es mayor ($p < 0.05$) a la de las razas Angus y Red Poll en 6.1 y 4.1 Kg respectivamente, no existiendo diferencias significativas entre éstas últimas. Coincidentemente con éstos resultados Gregory et al. (1965) y Cundiff et al. (1974, 1992), comparando razas Británicas, encontraron una leve superioridad en heterosis maternal promedio de la raza Hereford con respecto a Angus y Shorthorn.
- Sin embargo y en oposición a estos resultados Alenda et al. (1980) y Ellis et al. (1979) encontraron que la heterosis maternal promedio de la raza Angus fue superior a la de Hereford.
- Esta disparidad de resultados no nos permitiría arribar a una conclusión final acerca de la superioridad en comportamiento de una raza sobre otra.
- Al igual a lo reportado en heterosis individual, cuando utilizamos vacas cruzas Bos Taurus x Bos Indicus se obtienen niveles de heterosis maternal promedio superiores a los encontrados en cruzas entre Bos Taurus.
- Estos efectos de heterosis maternal reflejan una mayor y más persistente producción de leche a favor de las vacas cruzas.

2.3-MODELO GENETICO DE CRUZAMIENTOS.

Se han propuesto distintos modelos genéticos con el objetivo de explicar y predecir las diferencias productivas de poblaciones de animales con distinta composición racial (Hill, 1982; Willham y Pollak, 1985; Finland, 1983; Dickerson, 1973 y 1969). En esta tesis se utilizará el modelo genético de cruzamiento propuesto por Dickerson en 1973 debido a su amplia difusión y simplicidad. Este se basa en un modelo de dos loci con dos alelos, con efectos aditivos, de dominancia y epistáticos (aditivos x aditivos).

El modelo lineal basado en n razas, es usado para estimar los efectos genéticos directos, maternos, heterosis directa y maternal y pérdidas por recombinación.

Ecuación general:

$$\bar{Y}_{ij} = \mu + \sum k_i g_i^I + \sum k_j g_j^I + \sum k_j^M g_j^M + \sum k_{ij} h_{ij}^I + \sum k_{ij}^M h_{ij}^M + \sum w_{ii} r_{ii} + e_{ij}$$

\bar{Y}_{ij} = valor fenotípico promedio del q^{ésimo} individuo resultante del l^{ésimo} apareamiento entre las razas i y j.

μ = fenotipo promedio de toda la población de todas las razas y cruza.

g_i^I y g_j^I = desviación debida a los efectos genotípicos promedios de las i^{ésima} y j^{ésima} razas para el carácter en cuestión. Incluye efectos aditivos, de dominancia y epistasis dentro de razas.

k_i y k_j = proporciones de genes en la progenie contribuidos por la raza i a través del padre y la raza j por la madre.

g_j^M = desviación debida a los efectos genéticos maternos promedio de la raza j para el carácter en cuestión.

k_j^M = proporción de genes con los que contribuyó la raza j a la composición genética de las madres.

h_{ij}^I y h_{ij}^M = desviaciones debidas a las heterosis directa y maternal en los individuos y madres cruza, resultantes de apareamientos entre las razas i y j. Incluye principalmente efectos de dominancia.

k_{ij} y k_{ij}^M = proporciones de loci con un gen de una raza y otro de otra raza en los individuos y las madres, respectivamente.

r_{ij}^I = desviación debida a cambios en interacciones no alélicas o epistáticas dadas por recombinaciones gaméticas entre cromosomas de las razas parentales i y j. Incluye principalmente efectos epistáticos (aditivos x aditivos).

w_{ij} = proporción de pérdidas por recombinación individuales resultantes del apareamiento entre animales cruza.

e_k = es el error aleatorio.

2.4-DIFERENCIAS EN PESO AL DESTETE ENTRE TERNEROS CRUZA SIMPLE Y TRIPLE CRUZA.

Seguidamente se presenta una revisión de una serie de trabajos con el objetivo de evaluar las diferencias existentes en peso al destete entre terneros triple cruza y cruza simple.

En el trabajo publicado por McDonald y Turner (1972) son presentados los promedios para peso al destete (211 días) de 337 terneros cruza simple provenientes de 16 grupos de raza (sus progenitores fueron toros puros Angus, Brahman, Brangus, Charolais y Hereford y vacas Angus, Hereford, Brahman y Brangus puras) y de 401 terneros triple cruza provenientes de 36 grupos de razas (vacas cruza recíprocas Angus-Hereford, Angus-Brahman, Angus-Brangus, Hereford-Brahman, Brahman-Brangus y Hereford-Brangus apareadas con toros Angus, Brahman, Brangus, Charolais y Hereford puros). El peso al destete promedio de los terneros cruza simple fue 191.1 Kg y el de los triple cruza fue 205.2 Kg. Los triple cruza fueron 14.1 Kg mas pesados que los cruza simple (7.8 %).

Alenda et al. (1980) utilizando las razas Angus, Charolais y Hereford determinaron la diferencia existente en peso al destete entre terneros triple cruza y cruza simple, siendo la misma de 5.2 Kg (2.7 %). A su vez, Dillard et al. (1980) empleando estas mismas razas encontraron una diferencia de 9.1 Kg (5.2 %) entre terneros triple cruza y cruza simple. Ver tabla N°7.

La información colectada en la segunda fase de un proyecto de cruzamiento en Florida por Peacock et al. (1981), en el que toros Angus, Brahman y Charolais fueron apareados con vacas Angus, Brahman, Charolais y las recíprocas Angus-Brahman, Angus-Charolais y Brahman-Charolais permitió estimar el peso a los 205 días promedio de los terneros hijos de vacas puras (199.1 Kg) y de los terneros triple cruza, hijos de vacas F1 (211.8 Kg). Los terneros triple cruza fueron 12.7 Kg (6.4 %) mas pesados que los cruza simple. Dicho autor también estimó la eficiencia de producción como [(peso al destete del ternero/ peso de vaca) x tasa de destete], dando valores de 0.43 para madres F1 con terneros triple cruza, 0.40 para vacas F1 con terneros retrocruza y 0.36 para vacas puras destetando terneros F1.

Las razas Hereford, Angus, Charolais y Pardo Suizo fueron empleadas en la obtención de terneros cruza simple, triple cruza y retrocruza (Nelson et al. 1982). En general los terneros triple cruza fueron mas pesados a los 210 días que los retrocruza y a su vez éstos últimos fueron mas pesados que los terneros cruza simple. La diferencia encontrada a favor de los terneros triple cruza fue de 38.4 Kg (21.4 %) respecto a los terneros cruza simple, siendo éstas diferencias sensiblemente superiores a las encontradas en los trabajos analizados previamente. Ver tabla N°7.

Gaines et al. (1978) informaron que los triple cruza entre las razas Angus, Hereford y Shorthorn fueron mas pesados ($p < 0.01$) al destete que los retrocruzas.

Por otro lado, Ellis et al. (1979) encontraron solamente una limitada ventaja de padres Charolais sobre padres Angus cuando fueron apareados con vacas Angus-Hereford, Charolais-Hereford y Hereford puras, no existiendo diferencias ($p > 0.05$) en peso al destete entre terneros cruza simple, triple y retrocruza.

Cundiff et al. (1974) evaluando terneros simple y triple cruza de la razas Hereford, Angus y Shorthorn encontraron una diferencia de 8.4 Kg (4.3 %) a favor de los triple cruza. Valores muy similares a los informados previamente fueron los reportados para peso al destete de terneros triple cruza vs cruza simple por Dearborn et al. (1987). En éste caso las madres eran vacas puras y cruza obtenidas de un cruzamiento dialélico que incluía las razas Hereford, Angus, Pardo Suizo y Red Poll, apareadas con toros Simmental. Ver tabla N°7.

La misma tendencia encontramos al analizar el comportamiento de los terneros reportados por Bailey et al. (1988). Las progenies descendían de vacas Hereford, Red Poll, Hereford-Red Poll, Red Poll-Hereford, Angus-Hereford, Angus-Charolais, Brahman-Hereford y Brahman-Angus entoradas por primera vez con toros Red Angus y posteriormente con toros de la raza Santa Gertrudis. Los terneros triple cruza fueron 3.7 Kg superiores a los cruza simple en peso al destete. Ver tabla N°7. Posteriormente, Bailey et al. (1990) reportarían diferencias de 2.9 Kg a favor de los terneros triple cruza respecto a los cruza simple.

El comportamiento de los terneros hijos de vacas Hereford puras, Red Poll-Hereford y Angus-Hereford, de particular interés para esta tesis, muestra una amplia superioridad de los terneros hijos de madres cruza respecto a los hijos de vacas Hereford puras. Los terneros hijos de vacas Hereford puras fueron 15.25 Kg mas livianos que el promedio de los hijos de madres cruza Red Poll-Hereford y Angus-Hereford en el experimento realizado por Bailey et al. (1988). Ver tabla N°7.

En acuerdo con éstos, están los reportes de McDonald y Turner (1972), Cundiff et al. (1974), Nelson et al. (1982), McElhenny et al. (1985), Dearborn et al. (1987), Kress et al. (1990) los cuales encuentran que las vacas Angus-Hereford destetan terneros mas pesados que las Hereford puras.

Cundiff et al. (1984) reportaron un peso al destete 6 % superior para la progenie de vacas Red Poll-Hereford comparada con la de Angus-Hereford. Sin embargo, en el reporte de Bailey et al. (1988) la diferencia entre progenies de vacas Red Poll-Hereford y Angus-Hereford fue solamente de 1.2 % (2.5 Kg) a favor de Red Poll-Hereford.

Posteriormente, en 1990 son reportados por Kress et al. los pesos al destete de terneros hijos de vacas Hereford, 25 % Simmental- 75 % Hereford, 50 % Simmental- 50 % Hereford y 75 % Simmental- 25 % Hereford apareadas con toros Tartentaise y Charolais. Los pesos al destete fueron 211, 223, 227, 237 y 243 Kg respectivamente. Todos los grupos de raza de terneros triple cruza fueron superiores a los cruza simple, siendo en promedio 21.5 Kg más pesados los terneros triple cruza. Los terneros hijos de vacas Angus-Hereford superaron en peso al destete a los terneros hijos de vacas Hereford puras en 12 Kg.

En cuatro de los trabajos analizados aparecen comparaciones entre terneros cruza simple Charolais-Hereford y triple cruza Charolais-Angus Hereford; cruza integrantes del diseño experimental de nuestra tesis. En los cuatro trabajos se observa que los terneros Charolais-Angus Hereford son superiores en peso al destete a los terneros Charolais-Hereford. Las diferencias existentes fluctuaron entre un mínimo de 2.7 Kg reportado por Alenda et al. (1980), a un máximo de 26 Kg reportado por Nelson et al. (1982); en tanto Dillard et al. (1980) y McDonald y Turner (1972) encontraron diferencias de 4 y 11.1 Kg respectivamente.

Tabla N°7. Diferencias en peso al destete entre terneros cruza simple y triple cruza según diferentes autores.

Raza ternero	Peso al destete (Kg)	Raza ternero	Peso al destete (Kg)	Autor
AC	200.2	A(HC)	193.0	Alenda et al. (1980)
CA	189.8	A(CH)	197.6	
AH	180.1	H(AC)	196.9	
HA	187.0	H(CA)	210.0	
CH	187.3	C(AH)	190.0	
HC	197.2	C(HA)	185.4	
TC - CS =			5.2 Kg o	
HA	172.0	A(CH)	187.0	Dillard et al. (1980)
CH	177.0	C(AH)	181.0	
TC - CS =			9.1 Kg o	5.2 %
AH	173.6 c	A(CH)	199.3 e	Nelson et al. (1982)
CH	185.7 d	A(BH)	225.8 g	
		C(AH)	211.7 f	
		C(BH)	235.7 h	
TC - CS =			38.4 Kg o	21.4 %
HA	205.0	H(AS)	211.3	Cundiff et al. (1974)
HS	206.1	H(SA)	208.0	
AH	192.6	A(HS)	206.5	
AS	194.7	A(SH)	206.9	
SH	188.6	S(HA)	193.9	
SA	195.7	S(AH)	206.6	
TC - CS =			8.4 Kg o	4.3 %
SiR	234.0	Si(RB)	267.0	Dearborn et al. (1987)
SiB	261.0	Si(RH)	234.0	
SiH	207.0	Si(RA)	229.0	
SiA	221.0	Si(BR)	254.0	
		Si(BH)	250.0	
		Si(BA)	248.0	
		Si(HR)	218.0	
		Si(HB)	249.0	
		Si(HA)	220.0	
		Si(AR)	223.0	
		Si(AB)	244.0	
		Si(AH)	224.0	
		TC - CS =		

Raza madre	Peso al destete (Kg)	Raza madre	Peso al destete (Kg)	Autor
H	202.8	HR	213.3	Bailey et al. (1988)
R	219.9	RH	219.3	
		AH	216.8	
		AC	223.0	
		BrC	213.6	
		BrA	204.6	
TC - CS =			3.7 Kg	o 1.7 %

TC - CS = diferencia en peso al destete entre terneros triple cruza y cruza simple.
a,b,c,d, Valores con letras diferentes se diferencian significativamente con una probabilidad menor al 0.05.

A = Angus
B = Pardo Suizo
Br = Brahman
C = Charolais
H = Hereford
R = Red Poll
S = Shorthorn
Si = Simmental

** p<0.01
* p<0.05
+ p<0.10

2.4. 1-Conclusiones.

- Se observó en los trabajos analizados que los terneros triple cruza presentaron un mayor peso al destete que los cruza simple. Estas diferencias variaron entre 3.7 Kg (1.75 %) y 38.4 Kg (21.4 %), presentando un valor promedio de 13.4 Kg o de 6.6 %.
- Existen un gran número de trabajos que reportan un mayor peso al destete de terneros triple cruza hijos de vacas Angus-Hereford respecto a terneros cruza simple hijos de vacas Hereford puras.
- Las diferencias existentes entre terneros triple y simple cruza se explican principalmente por el efecto de heterosis maternal.
- En dos trabajos en los que se evaluó el comportamiento de madres Red Poll-Hereford y Angus-Hereford apareadas con una tercera raza se halló un peso al destete superior de los terneros hijos de madres Red Poll-Hereford.
- Los terneros Charolais-Angus Hereford presentaron un comportamiento superior al de los terneros Charolais-Hereford en peso al destete; oscilando las diferencias entre 2.7 y 26.0 Kg.

2.5-DIFERENCIAS EN PESO AL DESTETE SEGÚN RAZA DE PADRE.

Las distintas razas bovinas presentan diferentes características que las hacen mas o menos indicadas para ser empleadas bajo determinadas condiciones productivas. Aportar información que pueda ser aplicada al momento de tomar decisiones en la elección de las razas a usar en nuestros sistemas productivos, es uno de nuestros objetivos. En éste trabajo de tesis las razas paternas evaluadas son Charolais, Limousin y Salers.

El Programa de Evaluación de Germoplasma realizado por el Centro de Investigación Animal de los Estados Unidos Roman L. Hurska (Roman L. Hurska U.S. Animal Research Center (MARC)) agrupó a distintas razas bovinas en grupos biológicos considerando tasa de crecimiento y tamaño adulto, relación músculo / grasa, producción de leche y edad a la pubertad.

Las razas Limousin y Charolais se encuentran en un mismo grupo biológico diferenciándose de la raza Salers, que pertenece a un grupo biológico diferente (ver tabla N°8). Ordenadas de mayor a menor según peso al destete encontramos a las razas Charolais, Salers y Limousin, siendo sus pesos al destete (200 días) 217.2, 210.4 y 200.9 Kg respectivamente (ver tabla N°9).

Similares resultados fueron obtenidos por Van Vleck y Cundiff (1998), los cuales reportaron los pesos al destete de doce razas de toros. Dichos pesos fueron expresados como diferencias respecto a los terneros hijos de toros Angus. Estas diferencias fueron, 11.94 Kg para los terneros hijos de toros Charolais, 8.05 Kg para los hijos de toros Salers y 4.66 Kg para los hijos de toros Limousin. Coincidiendo con éstos resultados, mayores pesos al destete de terneros hijos de toros Charolais vs Salers fueron informados por Cundiff et al. (1998).

En otro estudio, 1181 terneros hijos de toros Charolais y Limousin apareados con ocho grupos de vacas cruzas (Hereford-Angus, Angus-Hereford, Simmental-Angus, Simmental-Hereford, Pardo Suizo-Angus, Pardo Suizo-Hereford, Jersey-Angus, Jersey-Hereford) fueron evaluados por Dhuyvetter et al. (1985). Los terneros nacieron en las primaveras de los años 1978 al 1981. Los terneros hijos de toros Charolais se caracterizaron por un mayor peso al nacimiento, sus madres presentaron mayores niveles de distocia y la mortalidad de terneros fue superior respecto a Limousin. Similares resultados fueron obtenidos por Pattie y Menissier (1976), Smith et al. (1976 b), Vissac (1976), Anderson et al. (1977 b), Freedden et al. (1982 a). Respecto a nuestra característica de interés, los terneros hijos de Charolais pesaron al destete un promedio de 231.2 Kg siendo 9 Kg superiores ($p < 0.01$) a los hijos de toros Limousin. En acuerdo con éstos resultados están los reportes de Bonelli y Poly (1964), Bergstrom (1966), Reichen (1966), Frebling et al. (1976), Adams et al. (1973), Smith et al. (1976 a), Vissac (1976), Anderson et al. (1977 a), Freedden et al. (1982 b).

Dhuyvetter et al. (1985), concluyen que la ventaja económica asociada a una menor dificultad al parto y a una mayor sobrevivencia de terneros de la cruce Limousin podría ser al menos parcialmente contrarrestada por la mayor tasa de crecimiento de los cruza Charolais. La ventaja económica relativa de menores pesos al nacimiento asociada con el uso de machos Limousin podría ser mayor cuando se aparean con vacas jóvenes o vacas pequeñas, para lo cual el riesgo de dificultad al parto se espera sea mayor. Los datos sugieren que las dos razas tienen mérito como razas paternas en sistemas de cruzamiento terminal. La selección de toros dentro de las razas Limousin y Charolais y su costo relativo pueden ser tan importantes como la elección de la raza del toro.

Backer et al. (1990), estudiaron once razas de toros en Nueva Zelanda por la performance de sus terneros usando en dos localidades vacas Angus y en una tercera localidad vacas Hereford, abarcando así un amplio rango de condiciones ambientales. El experimento fue realizado durante cinco años generando un total de 4519 terneros por 161 toros diferentes. Los terneros fueron destetados a los cinco meses de edad. Los pesos al destete promedio de los terneros hijos de padres Charolais fueron 156.3 Kg y los de los hijos de padres Limousin fueron 146.9 Kg, siendo los primeros 9.4 Kg superiores. Al no ser evaluado en éste trabajo el comportamiento de terneros hijos de padres Salers se presentarán los datos de terneros hijos de padres Simmental y Main Anjou por pertenecer al mismo grupo biológico según la evaluación realizada por el Programa de Evaluación de Germoplasma del Roman L. Hruska U.S. Animal Research Center (MARC). Los terneros hijos de Main Anjou presentaron un peso al destete superior (158.4 Kg) al de los terneros hijos de Charolais, Limousin y Simmental, pesando los hijos de toros Simmental 156.4 Kg al destete.

Por otro lado, los pesos a los 235 días de terneros hijos de toros Angus, Limousin y Simmental apareados con vacas Hereford y Angus fueron evaluados por Chapman et al. (1978). Los terneros hijos de toros Limousin pesaron en promedio 214 ± 2 Kg y los hijos de toros Simmental 212 ± 2 Kg.

Tabla N°8. Grupos Biológicos de razas Bovinas (MARC).

Grupo de raza	Tasa de crecimiento y tamaño adulto	Relación músculo/grasa	Edad a la pubertad	Producción de leche
Jersey	X	X	X	XXXXXX
Longhorn	X	XXX	XXX	XX
Hereford-Angus	XXX	XX	XXX	XX
Red Poll	XX	XX	XX	XXX
Devon	XX	XX	XXX	XX
Shorthorn	XXX	XX	XXX	XXX
Galloway	XX	XXX	XXX	XX
South Devon	XXX	XXX	XX	XXX
Tarentaise	XXX	XXX	XX	XXX
Pinzgauer	XXX	XXX	XX	XXX
Brangus	XXX	XX	XXXX	XX
Santa Gertrudis	XXX	XX	XXXX	XX
Sahiwal	XX	XXX	XXXXXX	XXX
Brahman	XXXX	XXX	XXXXXX	XXX
Nellore	XXXX	XXX	XXXXXX	XXX
Braunvieh	XXXX	XXXX	XX	XXXX
Gelbvieh	XXXX	XXXX	XX	XXXX
Holstein	XXXX	XXXX	XX	XXXXXX
Simmental	XXXXXX	XXXX	XXX	XXXX
Maine Anjou	XXXXXX	XXXX	XXX	XXX
Salers	XXXXXX	XXXX	XXX	XXX
Piedmontese	XXX	XXXXXXXX	XX	XX
Limousin	XXX	XXXXX	XXXX	X
Charolais	XXXXXX	XXXXX	XXXX	X
Chianina	XXXXXX	XXXXX	XXXX	X

Incrementos en el número de “X” indica un aumento relativo de los valores.

Tabla N°9. Grupo de raza del ternero según raza del padre, promedios para rasgos al nacimiento y al destete (MARC).

Grupo de raza	Numero de terneros nacidos	Largo de la gestación (días)	Sobrevivencia al destete (%)	Peso al nacimiento (Kg)	Peso a los 200 días (Kg)
Jersey	301	282	94.0	29.9	185.0
Longhorn	200	286	91.4	29.9	184.1
He-Angus	1177	283	95.7	34.1	195.9
He-Angus	102	283	91.5	36.4	207.7
Red Poll	212	284	95.7	34.3	193.2
Devon	139	283	96.0	34.2	201.8
Shorthorn	181	284	91.9	37.3	208.6
Galloway	172	285	92.9	34.6	194.5
South Devon	240	286	90.3	36.1	197.3
Tarentaise	199	287	94.0	36.7	202.3
Pinzgauer	595	285	93.7	38.1	201.8
Brangus	119	284	94.7	35.1	199.1
S. Gertrudis	109	285	93.7	37.3	200.9
Sahiwal	321	293	94.1	38.1	195.9
Brahman	343	290	92.6	40.3	208.6
Nellore	196	293	91.4	39.2	215.0
Braunvieh	260	284	95.1	37.5	205.4
Gelbvieh	438	285	91.0	38.0	206.8
Holstein	143	281	93.8	35.4	204.1
Simmental	421	286	88.8	38.5	207.7
Maine Anjou	218	284	88.9	39.9	206.8
Salers	189	284	91.7	36.6	210.4
Piedmontese	200	287	91.1	36.3	205.0
Limousin	387	288	90.8	36.5	200.9
Charolais	90	285	89.5	39.2	217.2
Chianina	238	286	89.3	39.4	208.1

2.5.1-Conclusiones.

- La totalidad de los trabajos evaluados reportan a los terneros hijos de padres Charolais como superiores en peso al destete.
- En oposición, los hijos de toros Limousin son los que presentaron menores pesos al destete.
- Para el MARC la diferencia en peso al destete a los 200 días entre Charolais y Limousin es de 16.3 Kg.
- Con respecto a la raza Salers, existen pocos trabajos que la evalúen; se destaca el aporte realizado por el MARC, en el cual los terneros hijos de toros Salers presentaron un comportamiento intermedio al de terneros hijos de Charolais y Limousin.
- La diferencia encontrada en peso al destete entre la progenie de toros Charolais y Salers fue de 6.8 Kg (MARC).

3-MATERIALES Y METODOS.

3.1-GENERALIDADES.

El experimento en estudio fue realizado en el establecimiento “Capilla Vieja”, ubicado en el departamento de Paysandú, próximo a la localidad de Pandule sobre ruta 90, perteneciente a la Caja Notarial de Jubilaciones y Pensiones. Este experimento se desarrolla dentro del marco del convenio de investigación sobre Cruzamientos en Bovinos de Carne establecido entre la Facultad de Agronomía, a través de su Cátedra de Zootecnia y la Caja Notarial de Jubilaciones y Pensiones.

Este convenio iniciado en el año 1992, tiene una duración de diez años, constituyendo el convenio de más largo plazo suscripto por la Universidad de la República. Los principales objetivos del proyecto son:

1. Evaluar diferentes tipos biológicos en características de cría, crecimiento y terminación.
2. Estimación de los posibles parámetros genéticos involucrados (Efectos Raciales, Heterosis).
3. Predecir el comportamiento de diferentes genotipos en sistemas de cruzamientos alternativos.

Los ensayos de cruzamientos involucran las razas Hereford, Aberdeen Angus, Nelore, Salers, Red Poll, Limousin y Charolais.

El proyecto consta de cuatro experimentos, iniciándose el primero de ellos en el año 1993. El experimento analizado es el número tres y fue iniciado en el año 1996. Es de destacar que éstos experimentos fueron realizados bajo condiciones comerciales.

El establecimiento mencionado abarca una superficie de 16750 hectáreas, de las cuales 12100 son destinadas a la actividad ganadera, realizándose cría de hembras, invernada de vacas y vaquillonas y el desarrollo del Proyecto de Cruzamiento; siendo la superficie restante destinada a la actividad forestal.

Los suelos del establecimiento forman parte de la Unidad Bacacú la cual presenta como suelos dominantes Brunosoles Subéutricos (Dístricos) Lúvicos de textura arenosa, y como asociados Brunosoles Subéutricos (Eutricos) Típicos de textura arenosa-franco/arenosa y Argisoles Subéutricos Dístricos Ocricos (Melánicos) Típicos de textura arenosa, siendo su Índice Coneat promedio 90. En las altiplanicies aparecen los Brunosoles dominantes profundos; mientras que los moderadamente profundos se desarrollan en las zonas de colinas. Con respecto a los suelos asociados, los Brunosoles aparecen en altiplanicies ligeramente convexas, y los Argisoles en áreas de retroceso de las escarpas (Valles de lomadas).

Con respecto al ambiente pastoril, éste se caracteriza por presentar una producción forrajera con marcada estacionalidad primavero-estival, con picos de calidad de corta duración durante la primavera y un gran volumen de producción en verano. Durante el invierno ocurre una marcada crisis en el aporte de forraje.

3.2-DISEÑO DEL EXPERIMENTO.

El diseño experimental utilizado consistió en el cruzamiento de vacas puras y cruza de origen Británico con toros de razas Continentales, con el objetivo de evaluar el desempeño de terneros cruza simple y triple en el peso al destete.

En éste, madres puras Hereford y madres cruza Angus-Hereford y Red Poll-Hereford fueron apareadas con toros Limousin y Salers, obteniéndose así terneros cruza simple (Limousin-Hereford y Salers-Hereford) y triple cruza (Limousin-Angus Hereford, Limousin-Red Poll Hereford, Salers-Angus Hereford y Salers-Red Poll Hereford). Por otro lado, toros de la raza Charolais fueron apareados con vacas Hereford puras obteniéndose terneros cruza simple Charolais-Hereford. Ver tabla N°10.

Tabla N°10. Composición Racial de los Terneros según raza de sus progenitores.

Raza de Padre	Raza de Madre		
	Hereford (H)	Angus-Hereford (AH)	Red Poll-Hereford (RH)
Salers (S)	S-H	S-AH	S-RH
Limousin (L)	L-H	L-AH	L-RH
Charolais (C)	C-H	--	--

Los datos analizados corresponden a terneros nacidos en las pariciones de los años 1997, 1998, 1999 y 2000.

Con respecto al origen de las vacas, la mayoría de estas provenían del rodeo general de la Caja Notarial, salvo algunas vacas Red Poll-Hereford que pertenecían al experimento número dos.

Cabe acotar que la raza de padre Charolais fue incluida en el experimento a partir de la inseminación realizada en el año 1998.

3.3-MANEJO DEL RODEO.

El rodeo en su conjunto fue sometido a las mismas condiciones nutricionales, sanitarias y de manejo (época de inseminación, destete, etc.) de manera de minimizar las diferencias que puedan existir en el peso al destete de los terneros debidas a efectos ambientales.

Previo a la inseminación las vacas fueron caravaneadas con el objetivo de lograr su clara identificación y así facilitar el registro de datos.

3.3.1-Inseminación.

En rasgos generales, la metodología llevada a cabo para inseminar las vacas consistió en juntar las vacas en una esquina del potrero temprano en la mañana y al atardecer por un período de 30 a 45 minutos, siendo aquí detectadas las vacas que presentaban celo. Aquellas detectadas en la mañana eran inseminadas en la tarde y las detectadas en la tarde se inseminaban en la mañana del día siguiente.

El experimento en estudio abarca cuatro períodos de inseminación, los cuales se iniciaron en el mes de noviembre y finalizaron en enero de los años correspondientes. En la tabla N°11 se presenta el inicio y fin de cada período de inseminación para aquellas vacas que parieron terneros, siendo el promedio de duración de éstas 51 días.

Tabla N°11. Período de inseminación.

Inicio	Fin	Duración (días)
24/11/96	20/1/97	58
27/11/97	15/1/98	50
27/11/98	26/1/99	61
30/11/99	6/1/00	38

Fue utilizado semen de cinco toros Charolais, nueve toros Limousin y nueve toros Salers, siendo usados uno o más toros como conexión entre años. Ver tablas N°12 y 13.

Tabla N°12. Número de terneros destetados según padre.

Padre	Número de terneros destetados
C1	6
C2	5
C3	5
C4	4
C5	3
L1	10
L2	30
L3	27
L4	14
L5	34
L6	30
L7	31
L8	12
L9	13
S7	11
S12	80
S14	9
S15	33
S16	14
S17	33
S18	11
S20	15
S21	15

Nota: la primera letra indica raza del toro, C = Charolais, L = Limousin, S = Salers.

Tabla N°13. Número de toros usados como conexión entre años según raza.

Raza del Toro	Años de parición		
	97-98	98-99	99-00
Limousin	2	1	2
Salers	1	2	1
Charolais	-	-	0

Como se puede apreciar, la raza de toros Charolais, no presenta conexión entre los años 1999 y 2000; esto se debió a un error cometido durante la inseminación.

En lo que refiere a la asignación de los toros a las hembras, esta se realizó con el objetivo que fuera de sencilla ejecución y que los apareamientos fueran aleatorios. Para ello, primero se asignó aleatoriamente los vientres a cada raza de padre. Por otro lado, con el propósito de aleatorizar los toros dentro de cada raza se estableció un sistema de rotación de canisters. En cada uno de éstos existía semen de un toro. La primer vaca en celo para una raza determinada se inseminaba con el primer canister, luego la siguiente se servía con el semen del próximo canister y así sucesivamente, de manera de rotar los toros.

Luego de la inseminación las vacas fueron repasadas con toros. Se usó una raza de toro que permitiera diferenciar al nacimiento los terneros productos de inseminación de aquellos engendrados por los repasos, no siendo estos últimos considerados en el experimento.

3.3.2-Parición.

A continuación se presentan los cuatro períodos de parición, detallándose su inicio, fin y duración, así como también el número de terneros nacidos.

Tabla N°14. Período de parición y número de terneros nacidos por año.

Año	Inicio	Fin	Duración (días)	Número de terneros
97	28/8	6/11	71	77
98	30/8	27/10	59	136
99	25/8	9/11	77	151
00	31/8	22/10	53	155

Otro de los aspectos a resaltar, es que durante éste período los terneros fueron identificados en el campo a través de caravanas y tatuajes y se registró el número de caravana de la madre para establecer claramente su genealogía.

Luego del nacimiento, los terneros y sus madres permanecieron juntos bajo un régimen de pastoreo de campo natural. En ningún momento terneros o vacas recibieron suplementación, o sea que, la leche materna y el aporte del campo natural son las únicas fuentes de nutrientes de los terneros.

3.3.3-Destete.

El destete de los terneros para los cuatro períodos analizados fue realizado a fecha fija, siendo la edad promedio de destete 171 días. En la tabla N°15 se presenta la fecha y la edad promedio de destete para los cuatro años estudiados.

Tabla N°15. Fecha de destete, edad promedio y desvío estándar según año.

Año	Fecha	Edad promedio (días)	Número	Desvío estándar (días)
98	31/3	189	67	18
99	14/4	206	130	12
00	15/2	143	126	18
01	20/2	155	122	12

Como se puede observar existe una gran variabilidad en la edad promedio de destete entre años. A modo de ejemplo, podemos señalar la menor edad promedio de destete de los terneros destetados el año 2000, decisión tomada debido a la escasa disponibilidad forraje producto de la sequía ocurrida en este año.

Por otro lado, en los cuatro períodos de parición se registraron un total de 519 terneros nacidos de los cuales 445 llegaron a ser destetados e identificados claramente, por lo cual fundaron la base de datos del experimento. La diferencia entre los terneros nacidos y aquellos que componen la base de datos (al destete) se debe a pérdidas por muerte al parto y post parto, pérdidas de caravanas de las madres o de los terneros (lo cual no permitió identificar la composición genética de los terneros) y a terneros considerados “refugos” (terneros que por enfermedad u otras causas presentaban un muy bajo peso al destete).

Con los terneros que forman parte de la base de datos del experimento se confeccionó la tabla que se presenta a continuación conteniendo la discriminación genotípica de los terneros según año de nacimiento.

Tabla N°16. Genotipo de los terneros destetados según año de nacimiento.

Genotipo	Año				Total
	1997	1998	1999	2000	
L-H	10	-	10	24	44
L-AH	16	41	16	7	80
L-RH	8	25	27	17	77
S-H	7	-	13	31	51
S-AH	16	42	19	11	88
S-RH	10	22	25	25	82
C-H	-	-	16	7	23
Total	67	130	126	122	445

L= Limousin

S = Salers

C = Charolais

H = Hereford

AH = Angus-Hereford

RH = Red Poll-Hereford

Como se observa en la tabla, en el año 1998 no hay terneros Limousin-Hereford y Salers-Hereford; esto se debió a que no fue posible conseguir vacas puras Hereford para ser usadas como madres en la inseminación realizada en el año 1997.

En tanto, la raza Charolais como fue mencionado previamente se comenzó a utilizar a partir de la inseminación realizada en el año 1998, por este motivo es que no se encuentran genotipos de terneros con dicha raza previo a esta fecha. A esta raza de padre se decidió no aparearla con vaquillonas para evitar problemas de distocia. Por este motivo y debido a la escasa disponibilidad de vacas cruce Red Poll-Hereford y Angus-Hereford no fue posible realizar las inseminaciones correspondientes a los años 1998 y 1999. Ver tablas N°16 y N°17.

Tabla N°17. Terneros destetados según raza del padre y categoría de la madre por año de nacimiento.

Año de nacimiento	Categoría de la madre	Raza del padre			Total
		C	L	S	
1997	1	-	34	33	67
	2	-	-	-	-
1998	1	-	66	64	130
	2	-	-	-	-
1999	1	-	43	44	87
	2	16	10	13	39
2000	1	-	-	-	-
	2	7	48	67	122
					445

L= Limousin
S = Salers
C = Charolais

Categorías de madre: 1 = vaquillonas
2 = vacas

En la tabla N°18 se aprecia que el 95 % (423) de los terneros destetados nacieron en los meses de setiembre y octubre, mientras que el 5 % restante (22) nació en los meses de agosto y noviembre. Dado el bajo número de nacimientos ocurridos en estos meses, se decidió para el análisis posterior de la información agrupar a los terneros nacidos en agosto con los nacidos en setiembre y a los nacidos en noviembre con los nacidos en octubre, haciendo referencia de ahora en más a “setiembre” y “octubre” como meses de nacimiento.

Tabla N°18. Número de terneros destetados según mes de nacimiento.

Mes	Número
Agosto	15
Setiembre	336
Octubre	87
Noviembre	7

Finalmente, se presenta la tabla N°19 conteniendo los terneros destetados según raza de padre y raza de madre para los cuatro años del experimento.

Tabla N°19. Número de terneros destetados según raza de padre y raza de madre.

Raza Padre	Raza Madre			Total
	HH	AH	RH	
C	23	0	0	23
L	44	80	77	201
S	51	88	82	221
Total	118	168	159	445

L= Limousin

S = Salers

C = Charolais

HH = Hereford

AH = Angus-Hereford

RH = Red Poll-Hereford

En ésta se aprecia cierta heterogeneidad en el número de terneros destetados según raza de padre y madre. Es de destacar el bajo número de terneros destetados por la raza Charolais, explicado principalmente por su ausencia en los dos primeros años del experimento y por ser utilizada solamente con vacas Hereford puras.

3.3.4-Desbalance en la base de datos del experimento.

Nos referimos a desbalance cuando en cada celda (tabla) no tengo la misma cantidad de datos (común en experimento con animales); el extremo es cuando no existe ningún dato para esa celda. Esto puede provocar desconexiones que hacen que ciertos contrastes no sean estimables. Ejemplo: dadas las razas A y B y dos ambientes E1 y E2, supongamos que la raza B no esta presente en el ambiente E2; no es posible estimar la interacción (AE1-BE1)-(AE2-BE2) y también el contraste entre la raza A y B en el ambiente 2.

A continuación se presenta la tabla N°20 conteniendo la información detallada de los terneros nacidos según su genotipo y categoría de su madre para los cuatro años estudiados.

Tabla N°20. Número de terneros destetados según genotipo y categoría de su madre por año de nacimiento.

Categoría	Año de nacimiento							
	1997		1998		1999		2000	
	1	2	1	2	1	2	1	2
LHH	10	0	0	0	0	10	0	24
LAH	16	0	41	0	16	0	0	7
LRH	8	0	25	0	27	0	0	13
SHH	7	0	0	0	0	13	0	31
SAH	16	0	42	0	19	0	0	11
SRH	10	0	22	0	25	0	0	25
CHH	-	-	-	-	0	16	0	7

L= Limousin
 S = Salers
 C = Charolais
 H = Hereford
 A = Angus
 R = Red Poll

Categorías de madre: 1 = vaquillonas
 2 = vacas

Como se puede apreciar existe una substancial falta de datos (desbalance), los cuales se considerarán a continuación:

La raza Charolais, se encuentra ausente en los años 1997 y 1998, mientras que en los años 1999 y 2000 solo encontramos terneros Charolais-Hereford (hijos de vacas), no encontrándose terneros Charolais-Red Poll Hereford y Charolais-Angus Hereford.

En el año 1997 los terneros nacidos fueron hijos de vaquillonas al igual que lo acontecido en el año 1998. En éste último año al no disponer de vaquillonas Hereford puras, no se encuentran presentes terneros Limousin-Hereford ni Salers-Hereford.

Por su parte, en el año 1999 los terneros Limousin-Hereford y Salers-Hereford fueron hijos de vacas mientras que los terneros triple cruza fueron hijos de vaquillonas; mientras que en el año 2000 los terneros nacidos fueron hijos de vacas.

Finalmente, es importante observar como en un mismo año nunca encontramos terneros hijos de vacas y de vaquillonas de una misma raza. Esto estaría dificultando la estimación de las diferencias en el peso al destete entre terneros hijos de ambas

categorías y consecuentemente aumentando el error experimental de aquellas estimaciones que requieran cuantificar el efecto categoría. El desbalance provoca no tener el nivel de un efecto (RP) representado en los niveles de los otros efectos. Esto hace que no estén conectados, son conjuntos de datos diferentes, lo cual produce que ciertas diferencias no sean estimables.

Debido a la falta de información mencionada *previamente*, se decidió analizar la misma por separado. En este sentido, para comparar las tres razas *paternas* (Charolais vs Limousin vs Salers), se utilizará información *correspondiente* a los años 1999 y 2000 de terneros hijos de vacas Hereford puras. El mencionado grupo de terneros se denominarán de aquí en más como “Grupo I”.

Por otro lado, las razas Limousin y Salers serán comparadas entre sí utilizando los datos de terneros hijos de vaquillonas Hereford, Angus-Hereford y Red Poll-Hereford nacidos en los años 1997, 1998 y 1999 (Grupo II), no existiendo hijos de vaquillonas puras para los dos últimos años mencionados; con lo cual podría existir cierta confusión entre el efecto causado por éste tipo de madre y el efecto año.

Esta misma agrupación será utilizada para comparar los diferentes genotipos maternos.

Esta forma de agrupar los datos condujo a formular dos modelos estadísticos de manera de poder realizar un adecuado análisis de los mismos.

3.4-MODELOS ESTADISTICOS.

El análisis de la característica peso al destete fue realizado utilizando modelos fijos y mixtos, mediante los procedimientos GLM (modelo lineal general) y Mixed (mixto) del paquete SAS. La diferencia entre ambos modelos radica en que el modelo fijo no toma en cuenta la variación dada por los padres, mientras que el modelo mixto incluye dicho efecto por lo cual resulta ser más completo, reduciendo el error experimental. Es por este motivo que el análisis de los datos presentados corresponde al realizado con el modelo mixto. Para tal objetivo, serán empleados los dos modelos estadísticos que se presentan a continuación.

Modelo N°1.

Será utilizado para comparar las diferencias en peso al destete de los terneros del Grupo I.

$$Y_{ijkpgr} = \mu + A_j + M_m + S_k + G_g + P(RP)_{pr} + b(x_{ijkpgr} - \bar{x}) + e_{ijkpgr}$$

Y_{ijkpgr} = observación del peso al destete correspondiente a el $i^{\text{ésimo}}$ ternero, nacido en el año j , en el mes m , de sexo k , con raza paterna r , genotipo g , hijo del padre p y destetado con x edad.

μ = Media general.

A_j = Efecto fijo año de parición; j = 1999 o 2000.

M_m = Efecto fijo mes de nacimiento; m =setiembre u octubre.

S_k = Efecto fijo sexo del ternero; k = macho o hembra.

G_g = Efecto fijo genotipo del ternero; g = Charolais-Hereford, Limousin-Hereford o Salers-Hereford.

$P(RP)_{pr}$ = Efecto aleatorio del padre p anidado dentro de la raza r ; pr = C1, C2, C3.....o S21. $p : (RP, I\sigma_p^2)$ donde σ_p^2 = varianza de padre, $\sigma_p^2 = \frac{1}{4}\sigma_a^2$

$b(x_{ijkpgr} - \bar{x})$ = Covariable edad del ternero al momento del destete.

$e_{ijmkgpr}$ = Error aleatorio residual. $e_{ijmkgpr} \sim N(0, \sigma_e^2)$
 Modelo N°2.

Será empleado para comparar los pesos al destete de los terneros del Grupo II.

$$Y_{ijmkrp} = \mu + A_j + M_m + S_k + RP_r + RM_o + RM*RP + P(RP)_{pr} + b(x_{ijmkrp} - \bar{x}) + e_{ijmkrp}$$

donde:

Y_{ijmkrp} = observación del peso al destete correspondiente a el i^{esimo} ternero, nacido en el año j , en el mes m , de sexo k , hijo del padre p (de raza r), de raza materna o y destetado con x edad.

μ = Media general.

A_j = Efecto fijo año de parición; j = 1997, 1998 o 1999.

M_m = Efecto fijo mes de nacimiento; m = setiembre u octubre.

S_k = Efecto fijo sexo del ternero; k = macho o hembra.

RP_r = Efecto fijo raza del padre; r = Limousin o Salers.

RM_o = Efecto fijo raza de la madre; o = Hereford, Angus-Hereford o Red Poll-Hereford.

$RM*RP$ = Interacción Raza de Madre por Raza de Padre.

$P(RP)_{pr}$ = Efecto aleatorio del padre p anidado dentro de la raza r ; pr = L1, L2.....o S21.

$b(x_{ijmkrp} - \bar{x})$ = Covariable edad del ternero al momento del destete.

e_{ijmkrp} = Error aleatorio residual. $e_{ijmkrp} \sim N(0, \sigma^2 e)$

4-RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1-ANÁLISIS DE VARIANZA.

Mediante el análisis de varianza (ANAVA) se determinará el grado de significancia de las fuentes de variación incluidas en el modelo estadístico; las cuales intentan explicar las diferencias encontradas en la variable en estudio, en nuestro caso el peso al destete.

Como ya fuera mencionado previamente, el estudio de la variable peso al destete se realizará utilizando dos modelos estadísticos.

El Modelo N°1 permitirá evaluar las diferencias en peso al destete de los terneros del Grupo I (hijos de toros Salers, Limousin y Charolais y de vacas Hereford puras nacidos en los años 1999 y 2000) para así poder cuantificar la importancia de la raza paterna en el peso al destete de los terneros. El análisis de varianza de dicho modelo se presenta en la tabla N°21.

Tabla N°21. Análisis de Varianza I.

Efecto	Nivel de Significancia
Año	**
Genotipo	ns
Sexo	ns
Mes	ns
Edad destete	**

**p<0.01

*p<0.05

ns = no significativo

Es importante resaltar que fueron evaluadas todas las posibles interacciones resultantes entre dos efectos, no siendo significativa ninguna de éstas por lo cual no fueron incluidas en el modelo final.

Los efectos cuyo nivel de significancia sea de una probabilidad igual o menor al 1 % serán descriptos como altamente significativos mientras que aquellos que presenten una probabilidad igual o menor al 5 % serán descriptos como significativos.

Al analizar la tabla, encontramos que los efectos fijos sexo y mes de nacimiento de los terneros no fueron significativos, lo cual nos estaría sugiriendo que el mes de nacimiento (setiembre u octubre) no tuvo incidencia en el peso al destete y que los terneros machos y las hembras presentaron similares pesos en dicho momento.

Contrariamente, los efectos año y edad de destete fueron altamente significativos. El peso al destete promedio de los terneros nacidos en el año 1999 fue de 158.18 Kg mientras que el peso al destete promedio de los terneros nacidos en el año 2000 fue de 133.76 Kg, evidenciando una diferencia de 24.42 Kg. Con respecto a la edad de destete, el coeficiente de regresión estimado (b) fue de 0.77 Kg por día, es decir que por cada día más de edad del ternero su peso se incrementa 0.77 Kg. Ver tabla N°22.

En tanto, el efecto genotipo del ternero no fue significativo, lo cual nos indica que no existieron diferencias en el peso al destete de los terneros hijos de padres Charolais, Limousin o Salers (ver tabla N°21).

Tabla N°22. Promedios de los pesos al destete para los efectos que componen el modelo.
(ANAVA I)

Efecto	Año	Genotipo	Sexo	Mes	Estimación
Año	99				158.18
Año	00				133.76
Genotipo		CHH			146.32
Genotipo		LHH			144.55
Genotipo		SHH			147.06
Sexo			1		146.17
Sexo			2		145.78
Mes				9	149.23
Mes				10	142.72
Edad de destete			b = 0.7769 Kg / día		

C = Charolais
L = Limousin
S = Salers
H = Hereford

1 = macho
2 = hembra

9 = setiembre
10 = octubre

El Modelo N°2 se utilizará para cuantificar la incidencia que tiene la raza de la madre en la variable bajo estudio, tomándose en cuenta los pesos al destete de los terneros pertenecientes al Grupo II (hijos de vaquillonas con razas paternas Limousin y Salers nacidos en los años 1997, 1998 y 1999). Ver tabla N°23.

Tabla N°23. Análisis de Varianza II.

Efecto	Nivel de Significancia
Año	**
Raza Madre	**
Raza Padre	ns
RM * RP	ns
Sexo	*
Mes	ns
Edad destete	**

**p<0.01

*p<0.05

ns = no significativo

En la misma se observa que los efectos año de nacimiento, raza de madre y edad de destete fueron altamente significativos ($p<0.01$) y que el efecto sexo del ternero fue significativo ($p<0.05$).

En tanto, los efectos raza de padre, mes de nacimiento y la interacción raza de padre por raza de madre no fueron significativos.

Por otro lado, en la tabla N°24 podemos observar como el mayor peso promedio de destete se logró en el año 1997 (144.9 Kg) siendo 18.94 Kg superior al logrado en el año 1998 (menor peso al destete) y 12.99 Kg superior al alcanzado en el año 1999. A su vez, el coeficiente de regresión (b) para el efecto edad de destete fue de 0.62 Kg / día y la superioridad en peso de los terneros con respecto a las terneras fue de 4.67 Kg. Un análisis detallado de los efectos raza de padre y raza de madre se realizará en el punto siguiente.

Tabla N°24. Promedios de los pesos al destete para los efectos que componen el modelo.
(ANAVA II)

Efecto	Año	Raza Padre	Raza Madre	Sexo	Mes	Estimación
Año	97					144.94
Año	98					126.00
Año	99					131.95
Raza Padre		L				134.34
Raza Padre		S				134.25
Raza Madre			AH			140.47
Raza Madre			HH			127.02
Raza Madre			RH			135.40
RP * RM		L	AH			139.62
RP * RM		L	HH			127.04
RP * RM		L	RH			136.36
RP * RM		S	AH			141.31
RP * RM		S	HH			126.99
RP * RM		S	RH			134.44
Sexo				1		136.63
Sexo				2		131.96
Mes					9	136.74
Mes					10	131.85
Edad de destete			b = 0.62 Kg / día			

L = Limousin
S = Salers
H = Hereford
A = Angus
R = Red Poll

1 = macho
2 = hembra

9 = setiembre
10 = octubre

Ahora bien, cuando examinamos conjuntamente la información aportada por los dos análisis de varianza presentados, podemos ver como el efecto año de nacimiento del ternero es altamente significativo en ambos. Este resultado se corresponde con lo documentado por numerosos autores en la literatura internacional, tal es el caso de Olson et al. (1985), Frahm and Marshall (1985), Knapp et al. (1980), Gregory et al. (1978 a).

Igualmente, el efecto edad de destete fue altamente significativo en los dos análisis de varianza realizados, siguiendo la misma tendencia de lo informado por numerosos autores a nivel nacional e internacional.

Por otro lado, el efecto mes de nacimiento no fue significativo en los análisis de varianza realizados. Estos resultados no están de acuerdo a los reportados por Brasesco y Echeverrigaray (1988), quienes encontraron significativo dicho efecto, presentando mayores pesos al destete los terneros nacidos en el mes de setiembre con respecto a los nacidos en octubre.

Con respecto al efecto sexo del ternero, el mismo fue significativo en el análisis de varianza II, mientras que en el análisis de varianza I no presentó diferencias significativas. En tanto que en la literatura internacional (Bailey et al., 1981; Dillard et al., 1980; Gregory et al., 1978 a) el efecto sexo aparece como significativo en la determinación del peso al destete, siendo los machos mas pesados que las hembras.

En lo que respecta al efecto raza del padre, varios autores considerando diversas razas paternas encontraron significativo a dicho efecto (Sagebiel et al., 1984; McNeil et al. 1982; Dhuyvetter et al. 1985; Cundiff et al. 1998) en el peso al destete, en tanto que son pocos los trabajos que encuentran no significativo a dicho efecto, coincidiendo con los resultados de los dos análisis de varianza realizados en este trabajo (Frahm and Marshall, 1985; Kress et al. 1990).

A su vez, el efecto raza de madre fue significativo (ANAVA II), coincidiendo con la totalidad de los trabajos revisados.

4.2-DESCRIPCION Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

4.2.1-Diferencias en peso al destete según raza de padre.

En este punto se procederá a realizar la descripción y posterior análisis de la información presentada en la tabla N°25, donde se presentan los promedios de los pesos al destete según raza de padre, sus diferencias y niveles de significancia alcanzados.

Tabla N°25. Promedios de peso al destete según raza de padre, diferencias entre éstos y nivel de significancia por grupo de datos.

Raza Padre	Promedio (Kg)	Razas Paternas comparadas	Diferencia (Kg)	Nivel Significancia
Grupo I				
S	147.06	S-L	2.51	ns
C	146.32	S-C	0.74	ns
L	144.55	C-L	1.77	ns
Grupo II				
L	134.34	L-S	0.09	ns
S	134.25			

S = Salers **p<0.01
C = Charolais *p<0.05
L = Limousin ns = no significativo

La información aportada por el Grupo I muestra que los terneros hijos de toros de la raza Salers fueron los que presentaron un mayor peso promedio al destete (147.06 Kg) con respecto a los pesos de los terneros hijos de toros Charolais (146.32) y Limousin (144.55).

La máxima diferencia encontrada fue la observada entre terneros hijos de toros Salers con respecto a Limousin (2.51 Kg), la cual no fue significativa, por lo cual podemos concluir que no existen diferencias entre los pesos al destete de estas tres razas.

Los datos aportados por el Grupo II muestran que los terneros hijos de toros Limousin fueron 0.09 Kg mas pesados con respecto a los hijos de toros Salers. Al igual que lo acontecido en el Grupo I, la diferencia entre los pesos al destete no fue significativa.

Reafirmando lo mencionado anteriormente, podemos concluir que no existen diferencias significativas en el peso promedio al destete entre los terneros hijos de estas

tres razas y por lo tanto que es indiferente el uso de cualquiera de éstas con respecto al peso al destete bajo condiciones similares a las de este experimento.

4.2.1.1-Comparación de los resultados obtenidos con respecto a lo informado a nivel internacional.

Como fuera concluido en la revisión realizada referente a las diferencias en peso al destete según raza de padre, en la totalidad de los trabajos se señala a los terneros hijos de padres Charolais como superiores en peso al destete con respecto a los terneros hijos de padres Salers y Limousin.

En los informes de Van Vleck y Cundiff (1988) así como en el estudio realizado por el MARC (en los cuales fueron analizadas las tres razas paternas evaluadas en esta tesis) se observa que los terneros hijos de toros Limousin presentaron el menor peso al destete, mientras que los terneros hijos de toros Salers presentaron un comportamiento intermedio.

Cabe aclarar que los trabajos mencionados previamente así como el de Backer et al. (1990) carecen de el análisis estadístico correspondiente, por lo cual no es posible concluir respecto a la significancia de las diferencias en peso al destete.

Por otro lado, Pattie y Menissier (1976), Smith et al. (1976), Vissac (1976), Anderson et al. (1977 b), Freedon et al. (1982 a) y Dhuyvetter et al. (1985) encuentran significativas las diferencias en peso al destete entre terneros hijos de toros Charolais respecto a Limousin.

Estos resultados observados no se corresponden con los obtenidos en nuestro trabajo de investigación en el cual los pesos al destete de los terneros hijos de las tres razas paternas fueron similares, no diferenciándose significativamente.

Una posible explicación a la falta de acuerdo entre resultados sería que el bajo nivel nutricional en el cual se desarrolla nuestro experimento (campo natural como única fuente de nutrientes) estaría limitando el crecimiento de aquellas razas con mayor potencial genético. Los mayores niveles nutricionales suministrados en los trabajos revisados (suplementación energética y proteica, alta disponibilidad de forraje, etc.) quedan claramente evidenciados cuando miramos detenidamente los pesos con los cuales son destetados los terneros.

Otra posible explicación sería que los toros utilizados en el experimento (de las tres razas paternas) presentasen un nivel genético similar para peso al destete.

En tanto que, entre los terneros triple cruza se observa que aquellos hijos de madres Angus-Hereford alcanzan mayores pesos al destete que los hijos de madres Red Poll-Hereford.

4.2.2.1- Comparación de los resultados obtenidos con respecto a lo informado a nivel internacional.

La superioridad evidenciada en nuestros resultados por los terneros triple cruza con respecto a los terneros cruza simple esta de acuerdo con lo documentado por los trabajos revisados a nivel internacional.

En nuestro caso la diferencia entre terneros triple cruza y cruza simple fue de 10.9 Kg (8.5 %), estando esta comprendida en el rango observado para los trabajos revisados en el punto 2.4, el cual osciló entre 3.7 Kg (1,75 %) y 38.4 Kg (21.4 %). En este sentido, cuando se analizan las diferencias entre terneros hijos de madres Hereford, Red Poll-Hereford y Angus-Hereford se destaca la información aportada por Bailey et al. (1988), quienes encuentran que los terneros hijos de madres Hereford puras pesaron al destete un promedio de 202.8 Kg, los hijos de madres Red Poll-Hereford pesaron 219.3 Kg y los hijos de madres Angus-Hereford pesaron 216.8 Kg.

Con respecto al mejor desempeño de las madres Angus-Hereford sobre las Hereford puras existe gran cantidad de autores que lo documentan; tal es el caso de los reportes de MacDonald y Turner (1972), Cundiff et al. (1974), Nelson et al. (1982), MacElhenny et al. (1985) y Dearborn et al. (1987).

Al igual que lo reportado por Bailey et al. (1988), Cundiff et al. (1984) encuentran que los terneros hijos de madres Red Poll-Hereford presentan un peso al destete 6 % superior al de los hijos de madres Angus-Hereford, no estando esto de acuerdo con los resultados obtenidos en nuestro trabajo de investigación, en el cual las vaquillonas Angus-Hereford destetaron terneros 5.06 Kg ($p < 0.05$) mas pesados que los hijos de vaquillonas Red Poll-Hereford.

Posibles explicaciones a las discrepancias de resultados serían que:

- Tanto las vacas como los terneros de los trabajos mencionados previamente estuvieron sometidos a un mejor plano alimenticio (pasturas irrigadas, heno invernal y suplementos peleteados).
- Las razas paternas fueron diferentes a las utilizadas en nuestro experimento.
- Los resultados son promedios de vacas y vaquillonas.

- Las condiciones ambientales en las que se realizaron estos trabajos son distintas a las encontradas en nuestro país.
- Las madres Red Poll-Hereford utilizadas en nuestro experimento fueran de un potencial genético inferior respecto al de las utilizadas en los trabajos revisados de la literatura internacional.

5-CONCLUSIONES.

Los resultados presentados en este trabajo de tesis son producto de cuatro años de evaluación experimental de un total de diez años proyectados. A su vez, el desbalance del experimento determinó el posterior estudio de la información en “Grupos”.

Es por ello que los resultados que se presentan a continuación son considerados de carácter preliminar:

1. Los efectos año de nacimiento y edad de destete resultaron altamente significativos en la determinación del peso al destete de los terneros, tanto cuando se evaluó el desempeño de las razas paternas así como al ser evaluadas las razas maternas (Modelos I y II, respectivamente), coincidiendo con lo informado por numerosos autores en la literatura internacional.
2. Los efectos sexo y mes de nacimiento tuvieron nula o poca relevancia sobre el peso al destete, siendo el efecto mes de nacimiento no significativo para los dos modelos considerados. El efecto sexo no presentó diferencias significativas para el primer modelo, en cambio si lo fue para el segundo.
3. La raza de padre, a diferencia de lo esperado a priori según lo documentado a nivel internacional, donde terneros hijos de padres Charolais presentaron mayores pesos al destete que los hijos de padres Salers y estos a su vez que los hijos de padres Limousin, resultó un efecto no significativo sobre el peso al destete.
4. Esta discrepancia encontrada podría ser explicada por el bajo nivel nutricional en el cual se desarrolló nuestro experimento (campo natural como única fuente de nutrientes) lo cual estaría limitando el crecimiento de aquellas razas con mayor potencial genético y/o por presentar los toros utilizados un nivel genético similar para peso al destete.
5. El efecto raza de madre fue altamente significativo en la determinación del peso al destete de los terneros, coincidiendo con la totalidad de los trabajos revisados.
6. Las madres cruce Angus-Hereford destetaron en promedio terneros 13.45 Kg o 10.5 % mas pesados que las Hereford puras ($p < 0.01$), evidenciando la importancia que puede tener el uso de madres cruce en los sistemas comerciales.

7. Diferente es el resultado obtenido cuando comparamos el peso al destete de terneros hijos de vaquillonas Red Poll-Hereford y Hereford puras, los cuales no presentaron diferencias significativas. Este resultado no estaría avalando el uso de dicha cruce materna para peso al destete (respecto a vaquillonas Hereford puras) en sistemas de cruzamientos bajo condiciones similares a las de éste experimento.
8. Entre las madres cruce evaluadas las vaquillonas Angus-Hereford presentaron un comportamiento significativamente superior a las Red Poll-Hereford, destetando terneros 5.07 Kg más pesados.
9. Las dos conclusiones mencionadas previamente son contradictorias con los resultados encontrados en la bibliografía internacional. Considerando esto y que fueron estudiadas un número reducido de vaquillonas por un período de tres años parece prudente plantear la necesidad de generar mas información para llegar a una conclusión final.
10. En promedio, los terneros triple cruce fueron 10.9 Kg (8.5 %) mas pesados al destete que los cruce simple, encontrándose estos valores dentro de lo esperado según la bibliografía internacional.

6-RESUMEN.

El experimento en estudio fue realizado en el Establecimiento “Capilla Vieja” ubicado en el departamento de Paysandú.

El diseño experimental utilizado consistió en el cruzamiento de vacas puras y cruza de origen Británico con toros de razas Continentales, con el objetivo de evaluar el desempeño de terneros cruza simple y triple cruza en el peso al destete.

Así, madres puras Hereford y madres cruza Angus-Hereford y Red Poll-Hereford fueron apareados con toros Limousin y Salers obteniéndose terneros cruza simple (Limousin-Hereford y Salers-Hereford) y triple cruza (Limousin-Angus Hereford, Limousin-Red Poll Hereford, Salers-Angus Hereford y Salers-Red Poll Hereford). Por otra parte, toros de la raza Charolais fueron apareados con vacas Hereford puras obteniéndose terneros cruza simple Charolais-Hereford.

Se utilizaron un total de cinco toros Charolais, nueve toros Limousin y nueve toros Salers, utilizando por lo menos uno como conexión entre años excepto para la raza Charolais la cual no presentó conexión entre los años 1999 y 2000 por un error cometido durante la inseminación.

Las pariciones ocurrieron en los años 1997, 1998, 1999 y 2000, generando un total de 445 terneros destetados, los cuales fundaron la base de datos del experimento. Cabe mencionar que tanto los terneros como sus madres tuvieron como única fuente de nutrientes el campo natural.

Debido al desbalance del experimento, para el análisis de la información se formaron dos Grupos de animales (Grupo I y II) y se emplearon dos modelos estadísticos.

El Grupo I fue integrado por terneros nacidos en los años 1999 y 2000, hijos de vacas Hereford puras apareadas con toros Charolais, Limousin y Salers. Por otro lado, el Grupo II fue integrado por terneros hijos de vaquillonas Hereford, Angus-Hereford y Red Poll-Hereford y de padres de las razas Limousin y Salers, nacidos en los años 1997, 1998 y 1999.

El Modelo N°1 incluyó los efectos fijos año de parición, mes de nacimiento, sexo del ternero, genotipo del ternero, la covariable edad del ternero al momento del destete y se utilizó para analizar la información aportada por el Grupo I de animales, con el objetivo de evaluar las diferencias en peso al destete según raza de padre.

Los efectos fijos sexo, mes de nacimiento y genotipo de los terneros no fueron significativos. Contrariamente, los efectos año y edad de destete fueron altamente significativos ($p < 0.01$).

El Modelo N°2 incluyó los efectos fijos año de parición, mes de nacimiento, sexo del ternero, raza de padre, raza de madre, la interacción raza de padre por raza de madre y la covariable edad del ternero al momento del destete, utilizándose para analizar la información aportada por el Grupo II de animales. Este permitió evaluar las diferencias en peso al destete entre terneros triple cruza y cruza simple, así como el comportamiento de las razas paternas.

Los efectos fijos mes de nacimiento, raza de padre y la interacción raza de padre por raza de madre no presentaron diferencias significativas. En tanto, el efecto sexo del ternero fue significativo ($p < 0.05$) y los efectos año, edad de destete y raza de madre fueron altamente significativos ($p < 0.01$).

Como se desprende de los dos análisis de varianza realizados, el efecto raza de padre no tuvo importancia en la determinación del peso al destete de los terneros.

Con respecto a la diferencia en peso al destete entre terneros triple cruza y cruza simple, la misma fue en promedio 10.9 Kg (8.5 %). En este sentido, los terneros hijos de vaquillonas Angus-Hereford pesaron 140.47 Kg al destete y los hijos de vaquillonas Red Poll-Hereford pesaron 135.4 Kg, mientras que el peso promedio de los terneros hijos de vaquillonas Hereford puras fue 127.02 Kg.

La diferencia entre terneros hijos de vaquillonas Angus-Hereford respecto a hijos de vaquillonas Red Poll-Hereford (5.07 Kg) fue significativa con una probabilidad menor a 0.05; mientras que entre terneros hijos de vaquillonas Angus-Hereford y Hereford puras (13.45 Kg) fue altamente significativa ($p < 0.01$) y entre terneros hijos de vaquillonas Red Poll-Hereford y Hereford puras (8.38 Kg) no fue significativa.

7-BIBLIOGRAFIA

1. ADAMS, N. J.; W. N. GARRET and J. T. ELINGS. 1973. Performance and carcass characteristics of crosses from imported breeds. *Journal of Animal Science* 37 : 1.
2. ALENDA, R.; MARTÍN T. G.; LASLEY J. F. and 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 (2):226-234.
3. ANDERSON, B. B.; T. LIBORIUSSEN; K. KOUSGAARD and L. BUCHTER. 1977 a. Crossbreeding experiment with beef and dual-purpose sire breeds on Danish dairy cows. III. Daily gain, feed conversion and carcass quality of intensively fed young bulls. *Livestock Prod. Sci.* 4 : 19.
4. ----- ; T. LIBORJUSSEN; I. THYSON; K. KOUSGAARD and L. BUCHTER. 1977 b. Crossbreeding experiment with beef and dual-purpose sire breeds on Danish dairy cows. *Livestock Prod. Sci.* 3 : 227.
5. BAILEY, C. M. 1981. Calf survival and preweaning growth in divergent beef breeds and crosses. . *Journal of Animal Science* 52 (6):1244-1252.
6. ----- ; D. R. HANKS; W. D. FOOTE and Y. O. KOH. 1988. Maternal characteristics of young dams representing Bos Taurus and Bos Indicus x Bos Taurus breed types. *Journal of Animal Science* 66: 1144-1152.
7. ----- ; KOH Y. O.; FOOTE and D. R. HANKS. 1990. Life-cycle evaluation of Bos Taurus and Bos Indicus x Bos Taurus breed types in a dry, temperate climate: Performance of mature dams. *Journal of Animal Science* 68: 960-968.
8. BAKER, R. L.; the late A. H. CARTER; C. A. MORRIS and D. L. JONSON. 1990. MAFTech. New Zealand Ministry of Agriculture and Fisheries, Ruakura Agricultural Centre. Hamilton, NEW ZEALAND. Evaluation of eleven cattle breeds for crossbred beef production: performance of progeny up to 13 months of age. *British Society of Animal Production* 50 : 63-77.
9. BERGSTROM. 1966. Fattening experiments with crossbred calves from FH cows and Charolais, Limousin and MRY bulls. *Rapp. Inst. Veeteeltk. Onderz.* No. B83 : 23.
10. BONELLI, P. and J. POLY. 1964. Incrocio industriale nella produzione di vitellone. *Progresso. Agr. (Bologna)* 10 : 189.

11. BRASESCO, R. y ECHEVERRIGARAY, G. 1988. Tesis. Efectos genéticos y ambientales que inciden en el peso al nacer, peso al destete y ganancia diaria predestete de terneros: 22.
12. BRINKS, J. S.; B. W. KNAPP; J. J. URICH and O. F. PAHNISH. 1972. Heterosis in preweaning maternal traits among lines of Hereford cattle. *Journal of Animal Science* 34: 14.
13. BROWN, J. C. 1960. Influence of year and season of birth, sex, sire and age of dam on weight of beef calves at 60, 120, 180 and 240 days of age. *Journal of Animal Science* 19 (4): 1062-1070.
14. ----- and V. GALVEZ. 1969. Maternal and other effects on birth weight of beef calves. *Journal of Animal Science* 28: 162.
15. BRUNBY, P. J. ; WALKER, D. K. and GALLAGER, R. M. 1963. Factors associated with growth in beef cattle. *New Zealand Journal of Agriculture Research* (6) : 526-537.
16. BUCHANAN, D. S. and NIELSEN, M. K. 1979. Sire by environmental interactions in beef cattle field data. *Journal of Animal Science* 48 (2) : 307-312.
17. CANTET, R. J. 1983. El crecimiento del ternero. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 81p.
18. CHAPMAN, H. D.; T. M. CLYBURN and W. C. McCORMICK. 1970. Grading, two and three-breed rotational crossing as systems for production of calves to weaning. *Journal of Animal Science* 31: 642.
19. ----- ; E. G. MORRISON and NED C. EDWARDS, Jr. 1978. Limousin and Simmental sires mated with Angus and Hereford cows. *Journal of Animal Science* 46 (2) : 341-344.
20. CROCI, D. y GANDOS, N. 1995. Tesis. Cruzamientos entre padres Hereford, Angus, Nelore y Salers con vientres Hereford. Crecimiento predestete y peso al destete:17-21.
21. CUNDIFF, L. V. ; WILLHAM, R. L. and PRATT, C. A. 1966. Effect of certain factors and their two way interactions on weaning weight in beef cattle. *Journal of Animal Science* 25 (4):972-982.
22. ----- . 1970. Experimental results on crossbreeding cattle for beef production. *Journal of Animal Science* 30: 694.

23. —————; K. E. GREGORY and R. M. KOCH. 1974. Effects of heterosis on reproduction in Hereford, Angus and Shorthorn cattle. *Journal of Animal Science* 38: 711.
24. —————; K. E. GREGORY ; F. J. SCHWULST and R. M. KOCH. 1974a. Effects of heterosis on maternal performance and milk production in Hereford, Angus and Shorthorn cattle. *Journal of Animal Science* 38: 728.
25. —————; K. E. GREGORY and R. M. KOCH. 1984. Cattle Germ. Plasm. Evaluation Program Prog. Rep. No .11.USDA, ARS-1.
26. —————. 1985. Beef cattle breeding research needs in South Australia. Report prepared for the Waile Agricultural Research institute, University of Adelaine, South Australia.
27. —————; R. NÚÑEZ-DOMINGUEZ; GORDON E. DICKERSON; KEITH E. GREGORY and M. KOCH. 1992. Heterosis for lifetime production in Hereford, Angus, and crossbred cows. *Journal of Animal Science* 70:2397-2410.
28. —————; K. E. GREGORY and R. M. KOCH. 1990. Germoplasm evaluation in beef cattle-cycle IV: Birth and weaning traits. *Journal of Animal Science* 76:2528-2535.
29. DAMON, R. A.; W. R. HARVEY; C. B. SINGLETARY; S. E. McCRAINE and R. M. CROWN. 1961. Genetic analysis of crossbreeding cattle. *Journal of Animal Science* 20:849.
30. DEARBORN, D. D.; K. E. GREGORY; L. V. CUNDIFF and R. M. Koch. 1987. Maternal heterosis and grandmaternal effects in beef cattle: Prewaning traits. *Journal of Animal Science* 65: 33.
31. DEUTSCHER, G. H. and J. V. WHITEMAN. 1972. Productivity as two-years-olds of Angus-Holstein crossbreds compared to Angus heifers under range conditions. *Anim. Breed. Abst.* 40: 113.
32. DHUYVETTER J. M.; R. R. FRAHM and D. M. MARSHALL. Comparison of Charolais and Limousin al terminal cross sire breeds. *Journal of Animal Science* 60 (4) : 935.
33. DICKERSON, G. E. 1969. Experimental approaches en utilizing breed resources. *Anim. Breed. Abstr.* 37:191

34. ----- . 1972. Inbreeding and heterosis in animals. Proc. Anim. Breed. Genet. Symp. In honor of J. L. Lush, pp 54-47, Amer. Soc. Anim. Sci. Champaign, IL.
35. ----- . 1973. Inbreeding and heterosis in animals. Proc. Anim. Breed. Genet. Symp. In honor of J. L. Lush, pp 54-47, Amer. Soc. Anim. Sci. Champaign, IL.
36. ----- . 1990. Componentes de eficiencia en la producción de carne y leche. Memorias de la conferencia internacional sobre sistemas y estrategias de mejoramiento Bovino en el trópico (CATIE, Turrialba, Costa Rica) :15-38.
37. DILLARD E. U. ; OSWALDO RODRÍGUEZ and ROBISON O. W. 1980. Estimation of additive and non additive direct and maternal genetic effects from crossbreeding beef cattle. Journal of Animal Science 50 (4):653-663.
38. ELLIS, G. F.; T. C. CARTWRIGHT and W. E. KRUSE. 1965. Heterosis for birth weight in Brahman-Hereford crosses. Journal of Animal Science 24: 93.
39. ELLIS, W. W.; M. R. ELLERSIECK; L. LANGFORD; BOB SIBBIT and J. F. LASLEY. 1979. Effects of mating systems on weaning traits in beef cattle. Journal of Animal Science 48: 7.
40. FIMLAND, E. 1983. Methods of estimating the effects of heterosis. Z. Tiers. Zuchtungsbiol. 100:3
41. FRAHM, R. R. y MARSHALL, D. M. 1985. Comparisons among two-breed cross cow groups. I. Cow productivity and calf performance to weaning. Journal of Animal Science, 61:844-855.
42. FREBLING, J.; B. POUJARDIEU; B. VISSAC; C. BERANGER; J. H. TEISSIER and M. RONDEAU. 1967. Stations de selection bovine. Complete rendu technique No. 2. Etude du croisement sur la race d'Aurbrac. Bull. Tech. Inf. No. 225 : 895.
43. FREEDEN, H. T.; G. H. WEISS; J. E. LAWSON; J. A. NEWMAN and G. W. RAHNFELD. 1982 a. Environmental and genetic effects on preweaning performance of calves from first cross cows. I. Calving ease and preweaning mortality. Can. J. Anim. Sci. 62 : 35.
44. ----- . 1982 b. Environmental and genetic effects on preweaning performance of calves from first cross cows. II. Growth traits. Can. J. Anim. Sci. 62 : 51.

45. GAINES, J. A.; W. H. McCLURE; D. W. VOGT; R. C. CARTER and C. M. KINCAID. 1966. Heterosis from crosses among British breeds of cattle: Fertility and calf performance to weaning. *Journal of Animal Science* 25: 5.
46. -----; G. V. RICHARDSON; R. C. CARTER and W. H. McCLURE. 1970. General combining ability and maternal effects in crossing three British breeds of beef cattle. *Journal of Animal Science* 31: 19.
47. -----; R. C. CARTER; W. H. McCLURE and E. A. TOLLEY. 1971. Straightbreeding versus crossbreeding in beef cattle. *Journal of Animal Science* 33: 200.
48. -----; C. HILL; W. H. McCLURE; R. C. CARTER and W. T. BUTTS. 1978. Heterosis from crosses among British breeds of cattle. I. Straightbred versus crossbred cows. *Journal of Animal Science* 47: 1246.
49. GASKINS, C. T. and ANDERSON, D. C. 1980. Comparison of lactation curves in Angus-Hereford, Jersey-Angus and Simmental-Angus cows. *Journal of Animal Science* 50: 828.
50. GIFFORD, W. 1953. Records of performance test in breeding herds. Milk production of dams and growth of calves. *Arkansas Agricultural Experiment Station. Bulletin* 531.
51. GREGORY, K. E.; L. A. SWIGER; R. M. KOCH; L. J. SUMPTION; W. W. ROWDEN and J. E. INGALLS. 1965. Heterosis in preweaning traits of beef cattle. *Journal of Animal Science* 24: 21.
52. -----; L. A. SWIGER; R. M. KOCH; L. J. SUMPTION; J. E. INGALLS; W. W. ROWDEN and J. A. ROTH LISBERGER. 1966a. Heterosis effects on growth rate of beef heifers. *Journal of Animal Science* 25: 290.
53. -----; L. A. SWIGER; R. M. KOCH; L. J. SUMPTION; J. E. INGALLS; W. W. ROWDEN and J. A. ROTH LISBERGER. 1966b. Heterosis effects on growth rate and feed efficiency of beef steers. *Journal of Animal Science* 25: 299.
54. -----; CUNDIFF, L. V.; SMITH, G. M.; LASTER, D. B. and FITZHUGH, H. A. 1978. Characterization of biological types of cattle. Cycle II: I Birth and weaning traits. *Journal of Animal Science* 47 : 1022-1030.
55. -----; CUNDIFF, L. V. ; KOCH R. M.; LASTER D. B. and SMITH G. M. 1978 a. Heterosis and breed maternal and trasmitted effects in beef cattle. Preweaning traits. *Journal of Animal Science* 47: 1031-1041.

56. -----; CUNDIFF, L. V. ; KOCH R. M.; LASTER D. B. and SMITH G. M. 1978 b. Heterosis and breed maternal and trasmitted effects in beef cattle II. Growth rate and puberty in females. *Journal of Animal Science* 47: 1042-1053.
57. -----; CUNDIFF, L. V. ; KOCH R. M.; LASTER D. B. and SMITH G. M. 1978 c. Heterosis and breed maternal and trasmitted effects in beef cattle III. Growth traits of steers. *Journal of Animal Science* 47: 1054-1062.
58. ----- . 1979. Characterization of biological types of cattle. Cycle III. Birth and weaning traits. *Journal of Animal Science* 48 (2): 271-279.
59. HILL W. G. 1982. Dominance and epistasis as components of heterosis. . *Z. Tires. Zuchtungsbiol* 99:161.
60. HOHENBOKEN, W. D. and D. W. WEBER. 1989. Crossbreeding among British and continental European dual-purpose breeds in the coastal Pacific Northwest. *Journal of Animal Science* 67: 2841.
61. -----; BRINKS, J. S. 1969. Effects of environmental corrections on repeatability of weaning weight in Angus. *Journal of Animal Science* 29 (4) :534-540.
62. JAIN, J. P.; J. F. LASLEY; B. SIBBIT; L. LANGFORD; J. E. CONFORT; A. J. DYER; G. F. KRAUSE and H. B. HEDRICK. 1971. Growth traits of reciprocally crosses Angus, Hereford and Charolais heifers. *Journal of Animal Science* 32:399.
63. JONSON, L. E. and DINKEL, C. A. 1951. Correction factors for adjusting weaning weight of range calves to the constant age of 190 days. *Journal of Animal Science* 10:371-377.
64. KLOSTERMAN, E. W.; V. R. CAHILL and C. F. PARKER. 1968. A comparison of the Hereford and Charolais breeds and their crosses under two systems of management. *Ohio Agr. Res. and Devel. Center. Res. Bull.* 1011.
65. KNAPP, B. W.; O. F. PAHNISH; J. J. URICK; J. S. BRINKS and G. V. RICHARDSON. 1980. Preweaning and weaning heterosis for maternal effects of beef x beef and beef x dairy crosses. *Journal of Animal Science* 50 (5):800-807.
66. KOCH, R. M. and CLARCK, R. T. 1955. Influence of sex, season of birth and age of dam on economic traits in range beef cattle. *Journal of Animal Science* 14: 386-397.

67. ----- . 1972. The role of maternal effects in animal breeding: VI. Maternal effects in beef cattle. *Journal of Animal Science* 35: 1316.
68. -----; G. E. DICKERSON; L. V. CUNDIFF and K. E. GREGORY. 1985. Heterosis retained in advanced generations of crosses among Angus and Hereford cattle. *Journal of Animal Science* 60: 1117.
69. KRESS, D. D.; DOORNBOS D. E. and D. C. ANDERSON. 1990. Performance of crosses among Hereford, Angus and Simmental cattle with different levels of Simmental breeding: V. Calf production, milk production and reproduction of three- to eight-year-old dams. *Journal of Animal Science* 68: 1910-1921.
70. -----; DOORNBOS D. E. and D. C. ANDERSON. 1990 a. Performance of crosses among Hereford, Angus and Simmental cattle with different levels of Simmental breeding: IV. Maternal heterosis and calf production by two-year-old dams. *Journal of Animal Science* 68: 54-63.
71. -----; DOORNBOS D. E.; D. C. ANDERSON and ROSSI. 1992. Performance of crosses among Hereford, Angus and Simmental cattle with different levels of Simmental breeding: IV. Maternal heterosis of 3- to 8-year-old dams. *Journal of Animal Science* 70: 2683-2687.
72. LAMB, M. A. ; TESS, M. W. and ROBISON, O. W. 1992. Evaluation of mating systems involving five breeds for integrated beef production systems : I. Cow-calf segment. *Journal of Animal Science* 70: 689-699.
73. LASLEY, J. F.; B. SIBBIT; L. LANGFORD; J. E. COMFORT; A. J. DYER; G. F. KRAUSE and H. B. HEDRICK. 1973. Growth traits in straightbred and reciprocally crosses Angus, Hereford and Charolais steers. . *Journal of Animal Science* 36:1044.
74. LEIGHTON, E. A. ; WILLHAM, R. L. and BERGER, P. J. 1982. Factors influencing weaning weight in Hereford cattle and adjustment factors to correct record for these effects. *Journal of Animal Science* 54 (5):957-963.
75. LONG, C. R. and K. E. GREGORY . 1974. Heterosis and breed effects in preweaning traits of Angus, Hereford and reciprocal cross calves. *Journal of Animal Science* 39:11.
76. ----- and K. E. GREGORY .1975. Heterosis and management effects in preweaning growth of Angus, Hereford and reciprocal crosses of cattle. *Journal of Animal Science* 41:1563.

77. ----- . 1980 . Crossbreeding for beef production: experimental results. *Journal of Animal Science* 51:1197.
78. MACNEIL M. D.; C. A. DINKEL and VANVLECK. 1982. Individual and maternal additive and heterotic effects on 205-day weight in beef cattle. *Journal of Animal Science* 54:951.
79. McDONALD R. P. and J. W. TURNER. 1972. Estimation of maternal heterosis in preweaning traits of beef cattle. *Journal of Animal Science* 35: 1146.
80. McELHENNEY, W. H.; C. R. LONG; J. F. BAKER and T. C. CARTWRIGHT. 1985. Production characters of first generation cows of a five-breed diallel: **Reproduction of young cows and preweaning performance of inter se calves.** *Journal of Animal Science* 61: 55.
81. MARSHALL, D. M. ; PARKER, W. R. and DINKEL, C. A. 1976. Factors affecting efficiency to weaning in Angus, Charolais and reciprocal cross cows. *Journal of Animal Science* 43: 1176.
82. MORRIS, C. A.; R. L. BAKER; D. L. JONSON; A. H. CARTER and J. C. HUNTER. 1987. Reciprocal crossbreeding of Angus and Hereford. 3. Cow weight, reproduction, maternal performance and lifetime production. *N.Z. J. Agric. Res.* 30 : 453.
83. NELSEN, T. C. and KREES, D. E. 1979. Estimates of heritability and correlations for production characters of Angus and Hereford calves. *Journal of Animal Science* 48 (2):286-292.
84. ----- and KREES, D. E. 1981. Additive and multiplicative correction factors for sex and age of dam in beef cattle weaning weight. *Journal of Animal Science* 53 (5):1217-1224.
85. NELSON, L. A.; G. D. BEAVERS and T. S. STEWART. 1982. Beef x beef and dairy x beef females mated to Angus and Charolais sires. II. Calf **growth, weaning** rate and cow productivity. *Journal of Animal Science* 54 (6):1150-1159.
86. NEVILLE, W. E.; B. G. MULLINIX and W. C. McCORMICK. 1984. **Grading and rotational crossbreeding of beef cattle. II. Calf performance to weaning.** *Journal of Animal Science* 58 (1): 38.

87. NICOLL, G. B. and RAE, A. L. 1977. Adjustment factors for Hereford and Angus cattle weight : I. Weight at weaning. *New Zealand Journal of Agriculture Research* 29:269-278.
88. NOTTER D. R.; L. V. CUNDIFF; G. M. SMITH; D. E. LASTER and K. E. GREGORY. 1978. Characterization of biological types of cattle. VII. Milk production in young cows and transmitted and maternal effects on preweaning growth of progeny.. *Journal of Animal Science* 46:908.
89. OLSON T. A.; ANKE van DIJK; M. KOGER; D. D. HARGROVE and D. E. FRANKE. 1985. Additive and heterosis effects on preweaning traits, maternal ability and reproduction from crossing of the Angus and Brown Swiss breeds in Florida. *Journal of Animal Science* 61: 1121.
90. PAHNISH, O. F.; J. S. BRINKS; J. J. URICK; B. W. KNAPP and T. M. RILEY. 1961. Influence of sex and sire on weaning weight of South Eastern range calves. *Journal of Animal Science* 29 (3) : 454-458.
91. ----- ; J. S. BRINKS; J. J. URICK; B. W. KNAPP and T. M. RILEY. 1969. Results from crossing beef x beef and beef x dairy breeds: Calf performance to weaning. *Journal of Animal Science* 28:291.
92. ----- ; J. S. BRINKS; J. J. URICK; B. W. KNAPP and F. S. WILLSON. 1971. Results from crossing beef x beef and beef x dairy breeds: Postweaning performance of heifers. *Journal of Animal Science* 33:736.
93. PATTIE, W. A. and F. MENISSIER. 1976. Calving difficulties among purebred Charolais, Limousin, Main Anjou and Hereford cattle in France. *Australian Anim. Prod.* 21 : 357.
94. PEACOCK F. M.; M. KOGER; T. A. OLSON and J. R. CROCKETT. 1981. Additive genetic and heterosis effects in crosses among cattle breeds of British, European and Zebu origin. *Journal of Animal Science* 52:1007.
95. PELL, E. W. and THAYNE, W. V. 1978. Factors influencing weaning weight and grade of west-Virginia beef calves. *Journal of Animal Science* 46 (3): 596-603.
96. PRESTON, T. R. and WILLIS, M. B. 1975. Producción intensiva de carne Ed. Diana. México, 2ª. Ed. 736 pp.

97. RAY, D. E. et al. 1970. Breeding merit of top-cross parents for preweaning traits in Hereford cattle. *Journal of Animal Science*.
98. REICHEN, F. 1966. Production de viande de boeuf par croisement industriel. *Agr. Romande Ser. A. 5 : 73*.
99. REYNOLDS, W. L.; DE ROVEN, T. M. and BELLOWS, R. A. 1978. Relationships of milk yield of dam to early growth rate of straightbred and crossbred calves. *Journal of Animal Science* 47: 584.
100. ROVIRA, J. 1974. Reproducción y manejo de los rodeos de cría, Editorial Hemisferio Sur, Uruguay: 25-41.
101. ----- . 1967. Factores que afectan el peso al destete en un rodeo Hereford. Paysandú, Facultad de Agronomía. *Boletín Técnico* 4(2): 39.
102. ----- . 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría. Editorial Hemisferio Sur, Uruguay: 114-116.
103. SACCO, R. E., J. F. BAKER, T. C. CARTWRIGHT, C. R. LONG, and J. O. SANDERS. 1989. Production caracteres of straightbred, F1 and F2 cows: Birth and weaning characters of terminal cross calves. *Journal of Animal Science* 67: 1972.
104. SAGEBIEL, J. A.; G. F. KRAUSE; BOB SIBBIT; L. LANGFORD; A. J. DYER and J. F. LASLEY. 1973. Effect of heterosis and maternal influence on gestation length and birth weight in reciprocal crosses among Angus , Charolais y Hereford cattle. *Journal of Animal Science* 39: 471.
105. -----; G. F. KRAUSE; BOB SIBBIT; L. LANGFORD; A. J. DYER and J. F. LASLEY. 1974. Effect of heterosis and maternal influence on weaning traits in reciprocal crosses among Angus , Charolais y Hereford cattle. *Journal of Animal Science* 39: 471.
106. SELLERS, H. J.; WILLHAM, R. L. and DE BACA, R. C. 1970. Effects of certain factors on weaning weight of beef calves. *Journal of Animal Science* 31 (1): 5-12.
107. SMITH, G. M.; D. B. LASTER and K. E. GREGORY. 1976. Characterization of biological types of cattle. I. Dystocia and preweaning growth. *Journal of Animal Science* 43:27.

108. ----- . 1976 a. Characterization of biological types of cattle. II. Postweaning growth and feed efficiency of steers. *Journal of Animal Science* 43: 37.
109. SPELBRING, M. C.; T. G. MARTÍN and K. J. DREWRY. 1977. Maternal productivity of crossbred Angus x Milling Shorthorn cows. I. Cow and calf weights and scores. *Journal of Animal Science* 45: 969.
110. STESHWAELO, L. L.; CRNDIFF, L. V. and DIKERSON, G. E. 1990. Breed effects on crossbred cow-calf performance. *Journal of Animal Science* 68: 1577-1587.
111. SWIGER, L. A. 1961. Genetic and environmental influences of gain of beef cattle during various periods of life. *Journal of Animal Science* 20 (1) :186-188.
112. TURNER, J. W.; B. R. FARTHING and G. L. ROBERTSON. 1968. Heterosis in reproductive performance of beef cows. *Journal of Animal Science* 27: 336.
113. ----- . 1969. Preweaning production differences among reciprocal crossbred beef cows. *Journal of Animal Science* 29:857.
114. ----- and R. P. McDONALD. 1969a. Mating-type comparisons among crossbred beef cattle for preweaning traits. *Journal of Animal Science* 29: 389.
115. VAN VLECK L. D. and L. V. CUNDIFF. Sex effects on breed of sire differences for birth, weaning and yearling weights. *Journal of Animal Science* 76: 1528-1534.
116. VISSAC, B. 1976. Using large muscular breeds to improve world beef production. *World Anim. Rev.* 19 : 1.
117. VOGT, D. W., J. A. GAINES, R. C. CARTER, W. H. McCLURE and C. M. KINCAID. 1967. Heterosis from crosses among British breeds of beef cattle: Postweaning performance to slaughter. *Journal of Animal Science* .
118. -----; L. A. SWIGER; R. M. KOCH; L. J. SUMPTION; J. E. INGALLS; W. W. ROWDEN and J. A. ROTH LISBERGER. 1966a. Heterosis effects on growth rate of beef heifers. *Journal of Animal Science* 26: 443.
119. WILLHAM, R. L. and E. POLLAK. 1985. Theory of heterosis. *J. Dairy Scy.* 68:2411.

120. WILTBANCK, J. N.; K. E. GREGORY; L. A. SWIGER; J. E. INGALLS; J. A. ROTHLSBERGER and R. M. KOCH. 1966. Effect of heterosis on age and weight at puberty in beef heifers. *Journal of Animal Science* 25: 744-751.
121. WYATT, W. E. and D. E. FRANKE. 1986. Estimation of direct and maternal additive and heterotic effects for preweaning growth traits in cattle breeds represented in in the southern region. *Louisiana Agric. Exp. Sta. Bull.* 310.