



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTUDIO DE LOS FACTORES AMBIENTALES QUE ACTUAN  
SOBRE EL CRECIMIENTO POSDESTETE EN BOVINOS DE CARNE.

FACULTAD DE AGRONOMIA



DEPARTAMENTO DE  
DOCUMENTACION Y  
BIBLIOTECA

por

Gabriel Hugo OLEGGINI LEIS

Olga RAVAGNOLO GUMILA

TESIS presentada como uno de los  
requisitos para obtener el título  
de Ingeniero Agrónomo.  
(Orientación Agrícola-Ganadera).

Montevideo  
URUGUAY  
1995

Tesis aprobada por:

Director:

Ing.Agr. Jorge URIOSTE

---

Nombre completo y firma

Ing.Agr. Martín AGUIRREZABALA

---

Nombre completo y firma

Ing.Agr. Diego SAAVEDRA

---

Nombre completo y firma

Fecha:

Autor:

Gabriel Hugo OLEGGINI LEIS

---

Nombre completo y firma

Olga RAVAGNOLO GUMILA

---

Nombre completo y firma

## AGRADECIMIENTOS

A los miembros del tribunal, los Ings.Agrs. Jorge Urioste, Martín Aguirrezabala y Diego Saavedra, por su apoyo durante la elaboración de este trabajo.

A la Cátedra de Zootecnia en su conjunto por las instancias de discusión y colaboración brindada.

A los Ings.Agrs. Jorge Franco y Juan Burgueño por sus aportes en el trabajo estadístico.

A todas aquellas personas que de una forma u otra intervinieron en la elaboración del presente trabajo.

A nuestras familias por habernos acompañado constantemente en nuestra labor.

## TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	IV
<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISION BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 RESPUESTA A LA SELECCION.....</b>	<b>2</b>
2.1.1 Variabilidad genética.....	2
2.1.2 Heredabilidad.....	3
2.1.3 Correlaciones.....	6
2.1.4 Conclusiones.....	8
<b>2.2 FACTORES AMBIENTALES.....</b>	<b>8</b>
2.2.1 Grupo contemporáneo.....	9
2.2.1.1 Rodeo-año-estación.....	9
2.2.1.2 Sexo.....	11
2.2.1.3 Raza.....	12
2.2.2 Edad de la madre.....	13
2.2.3 Crecimiento predestete.....	17
2.2.4 Tipo de nacimiento.....	21
2.2.5 Interacciones.....	22
2.2.6 Período de prueba.....	23
2.2.7 Crecimiento compensatorio.....	25
2.2.8 Conclusiones.....	26
<b>3. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 MATERIALES.....</b>	<b>28</b>
3.1.1 Rodeo Hereford.....	28
3.1.2 Rodeo Aberdeen Angus.....	28
<b>3.2 METODOS.....</b>	<b>31</b>
3.2.1 Definición de variables.....	32
3.2.2 Elaboración de los modelos.....	34

4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	40
4.1	DESCRIPCION GENERAL DE LOS MODELOS.....	40
4.1.1	Conjunto de datos Hereford.....	40
4.1.2	Conjunto de datos Aberdeen Angus....	43
4.2	EFEECTO DEL GRUPO CONTEMPORANEO.....	47
4.3	EFEECTO DE LA EDAD DE LA MADRE.....	48
4.3.1	Conjunto de datos Hereford.....	48
4.3.2	Conjunto de datos Aberdeen Angus.....	50
4.3.3	Discusión general.....	51
4.4	EFEECTO DEL CRECIMIENTO PREDESTETE.....	52
4.4.1	Conjunto de datos Hereford.....	52
4.4.2	Conjunto de datos Aberdeen Angus.....	55
4.4.3	Discusión general.....	63
5.	CONCLUSIONES.....	64
6.	RESUMEN.....	66
7.	SUMMARY.....	67
8.	BIBLIOGRAFIA.....	68

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Heredabilidad de parámetros de crecimiento posdestete.	4
2. Correlaciones genéticas y fenotípicas.....	6
3. Distribución de los registros utilizados (Hereford)...	28
4. Descripción de algunos parámetros poblacionales (Hereford).....	28
5. Descripción de los registros utilizados (A. Angus)....	29
6. Descripción de algunos parámetros poblacionales (A. Angus).....	29
7. Medias fenotípicas para los diferentes establecimientos.....	30
8. Períodos de crecimiento considerados.....	32
9. Análisis de los modelos utilizados para la raza Hereford.....	39
10. Efecto de las variables según orden y tipo de análisis.....	41
11. Comparación de modelos incluyendo edad de la madre o ganancia de peso predestete.....	41
12. Análisis de los modelos utilizados para la raza Aberdeen Angus.....	42
13. Efecto de las variables según orden y tipo de análisis.....	44
14. Comparación entre modelos incluyendo edad de la madre o ganancia de peso predestete.....	46
15. Medias corregidas para los dos modelos utilizados.....	48
16. Relación entre el crecimiento posdestete y la edad de la madre.....	49

17. Análisis de los modelos dentro de diferentes clases de ganancia de peso predestete.....	52
18. Relación entre el crecimiento predestete y distintos pesos posdestete.....	56
19. Relación entre el crecimiento predestete y ganancias de peso posdestete.....	57
20. Relación entre distintos períodos de crecimiento posdestete.....	61
21. Importancia de los distintos factores ambientales.....	64

Gráfica No.

1. Diferencias en GPD2 respecto a la media, para distintos niveles de GAD.....	53
2. Diferencias en P540 respecto a la media, para distintos niveles de GAD.....	53
3. Diferencias en peso al año para distintos niveles de GAD.....	58
4. Diferencias en peso al año y medio para distintos niveles de GAD.....	58
5. Efecto de la ganancia predestete sobre la ganancia desde el destete al año.....	60
6. Diferencias en GPD2 respecto a la media, para distintos niveles de GAD.....	61

## 1 INTRODUCCION

En el Uruguay la producción de carne bovina es un rubro de vital importancia socio-económica; dicho sector está compuesto por aproximadamente veinte mil empresas ganaderas con una producción total anual de 323.630 toneladas de carne de las cuales el 51.9% son exportadas (INAC, 1990). Esta estrecha relación con el mercado internacional obliga al sector a tener una dinámica que le permita articular con el mismo, produciendo de forma acorde a la demanda, la cual se caracteriza por su creciente exigencia tanto en términos de calidad como en relación de precios. Se hace necesario entonces mejorar la forma de producción tradicional que predomina actualmente en los predios ganaderos, para lograr la competitividad que le asegure su permanencia y desarrollo como sector productivo.

Existen hoy un conjunto de técnicas que permitirían aumentar tanto la cantidad como la calidad de carne producida, siendo la base de este paquete tecnológico el disponer de animales genéticamente superiores, capaces de responder adecuadamente a las mejores condiciones ambientales brindadas (ej: mejoramientos forrajeros, sanidad, etc).

Para obtener éstos animales genéticamente "superiores", es necesario disponer de planes de mejoramiento genético animal, para lo que previamente se deben definir claramente los objetivos de selección, dentro de los cuales el potencial de crecimiento posdestete es una característica importante a incluir.

La obtención de un mayor crecimiento posdestete en los rodeos permitiría elevar la tasa de extracción como consecuencia de la disminución en la edad al primer entore de las vaquillonas y menor edad de faena de los novillos.

Por tanto, surge la necesidad de analizar los factores ambientales que influyen en el crecimiento posdestete, para finalmente elaborar un modelo que describa los componentes que afectan la expresión fenotípica de dicha característica. Disponiendo de esta información, existen hoy modelos genético-estadísticos que permiten evaluar el mérito genético de los animales con una alta precisión.

Para identificar los factores ambientales que están actuando sobre el crecimiento posdestete, este trabajo se basa en el análisis de 2547 registros de rodeos Hereford y Angus, tomados durante un período de 16 años.



## 2 REVISION BIBLIOGRAFICA

Este capítulo será dividido en dos partes. En la primera, se analizará la capacidad de respuesta a la selección de las características vinculadas al crecimiento posdestete, lo cual es un requerimiento imprescindible al pensar en incluir la misma en un programa de mejoramiento genético. Una vez analizado el potencial de respuesta, se pasará al objetivo del trabajo, el cual es identificar los factores ambientales que podrían estar influyendo sobre el crecimiento posdestete.

### 2.1 RESPUESTA A LA SELECCION

#### 2.1.1 Variabilidad genética

La selección, definida como la reproducción diferencial entre individuos con fenotipos diferentes, es la forma primaria para alterar las frecuencias génicas en una población (Cardellino y Rovira, 1987). La misma, es el principal instrumento que el mejorador dispone para hacer mejoramiento genético dentro de una raza o población.

Para que una determinada característica pueda ser mejorada en una población, debe presentar variabilidad genética dentro de la misma. Es justamente esta variabilidad la que le posibilita al mejorador, previa identificación de los animales genéticamente superiores para esa característica, hacer un uso más intensivo de éstos como reproductores, y así alterar las frecuencias génicas de la población hacia lo deseado (Cardellino y Rovira, 1987). Por lo tanto para que exista respuesta a la selección en características de crecimiento posdestete es necesario que las mismas presenten variabilidad genética en la población.

Diversos trabajos internacionales han obtenido importante respuesta a la selección directa e indirecta para el crecimiento posdestete ( peso al año y/o peso a los dieciocho meses), ejemplo de ello son Buchanan et al., 1982; Hough et al., 1985; Irgang et al., 1985; Aaron et al., 1986; Alenda y Martin, 1987 (USA); Carter et al., 1990 y Baker et al., 1991 (Nueva Zelanda); Bailey et al., 1991 (Canadá); Meyer et al., 1993 (Australia).

Hay también antecedentes nacionales de variabilidad genética para crecimiento posdestete en las razas Aberdeen Angus y Hereford. En el programa nacional de evaluación gené-

tica (S.E.R. Aberdeen Angus, 1993 y 1994), se detectó una importante variación genética entre individuos para el peso al año (365 registros) y peso al año y medio (696 registros).

En cuanto a la raza Hereford, la evaluación del rodeo de una cabaña nacional, mostró una importante respuesta a la selección (durante 24 años) para el peso al año y medio (González, 1993). De igual forma la evaluación genética de animales Hereford, basada en 72.779 registros nacionales, muestra una importante variabilidad genética para peso a los 15 y 18 meses (Informe de Padres Hereford, 1994).

### 2.1.2 Heredabilidad

Para lograr mejorar genéticamente una característica mediante la selección, no basta con que la misma presente variabilidad genética, sino que es necesario que esta sea suficientemente heredable, es decir que parte de la superioridad de los padres en ese carácter sea transmitida a sus hijos.

En cuanto a la heredabilidad de las diferentes características de crecimiento posdestete (siendo las más utilizadas: ganancia de peso entre el destete y el año, peso al año, y peso al año y medio), hay un amplio rango de valores estimados por diferentes autores y en diferentes ambientes de producción. En el Cuadro No. 1 se presenta parte de dicha información.

En los casos en que se presenta un rango de heredabilidades estimadas, la menor cifra (izquierda) corresponde al dato estimado en las hembras y el valor mayor a los machos. Según Alenda y Martín (1987), los menores valores de heredabilidad estimada para las hembras, podrían deberse a una restricción en la variabilidad genética para las características de crecimiento posdestete debido a una alimentación en esta fase más restringida que los machos.

Lo contrario al resto de los autores resultó del trabajo de Buchanan et al. (1982), en el cual la heredabilidad de las características de crecimiento posdestete fue menor para los machos y mayor para las hembras, no explicando el autor las posibles causas de esta diferencia.

Si bien se observa una gran variación en las heredabilidades estimadas por los distintos autores, es de resaltar los trabajos de Massey y Benyshek (1981), Winder (1990) y el Informe de Padres Hereford (1994), los cuales realizaron las estimaciones a partir de un elevado número de registros que otorgan al valor obtenido una mayor confiabilidad.

Es importante también destacar los trabajos de Carter et al., 1990; Baker et al., 1991 y Meyer et al., 1993, los cuales fueron realizados en Australia y Nueva Zelandia. En ambos países las condiciones de producción son similares a las del Uruguay, siendo de esperar valores de heredabilidad parecidos.

Los valores presentados por el Informe de Padres Hereford (1994), muestran que las heredabilidades estimadas en Uruguay fueron incluso algo inferiores a las obtenidas en los trabajos de Nueva Zelandia y Australia.

Cuadro 1. Heredabilidad de parámetros de crecimiento posdestete.

Autor	Alimentación	Raza	No. reg	HEREDABILIDAD		
				GPD	PA	P18
Brinks et al., 1962	FL		1029		.48	
Preston y Willis, 1975	Pa+S	Va	r.b	.41-.50		
Woldehawariat et al., 1977	Pa	Va	r.b	.30	.44	
Koch, 1978	Ra	H	3000		.33	
Massey y Benyshek, 1981		3/4 L	197000		.16	
Bourdon y Brinks, 1982	Pa+S	A y H	5691	.31-.52	.66-.73	
Buchanan, 1982		H		.49-.35	.37-.23	
Warwick y Legates, 1984	Ra Pa	varias varias	r.b r.b		.50-.60	.45-.55
Irgang et al., 1985		H	2467		.11-.29	
Aaron, 1986		A	2749		.38	
Allenda y Martin, 1987		A	2576	.27-.38	.18-.36	

Itulya et al.,1987	Pa	H	5130		.17-.21	.31-.46
Tewolde, 1988	Pa	R	438	.37	.57	.66
De Nise y Torabi, 1989	Pa	H		.17-.25	.29-.41	
Carter et al.,1990		Va	r.b	.26	.36	
Mrode y Thompson,1990			5890		.63	
Winder, 1990		RA	41184	.36	.40	
Baker et al.,1991	Pa+S	A H			.31 .33	.23
Breedplan, 1991			r.b		.30	.30
Meyer et al., 1993	Pa	H	1229		.20	
Informe Hereford, 1994	Pa	H	72779		.14	.18

FL= feedlot Pa= pastura Ra= ración S= suplemento  
H= Hereford A= Aberdeen Angus RA= Red Angus R= Red Poll  
L= Limousin Va= varias razas  
r.b= revisión bibliográfica  
GPD= ganancia posdestete PA= peso al año P18= peso a los  
18 meses  
No.reg= número de registros utilizados en la estimación.

De la información presentada se puede concluir que las características de crecimiento posdestete presentan una heredabilidad moderada, dependiendo principalmente del parámetro evaluado y las condiciones de producción en que fueron tomados los datos.

Koch et al.(1982), al estudiar la influencia del intervalo de evaluación de ganancia posdestete sobre las estimaciones de heredabilidad para esta característica, observaron que al aumentar el intervalo de evaluación de 28 a 224 días, la

heredabilidad estimada para la ganancia posdestete paso de .09 a .24.

En el caso del Uruguay, con una producción predominantemente extensiva, sería de esperar que los valores de heredabilidad fueran inferiores a los estimados en base a datos de producciones más intensivas, debido a un mayor efecto de los factores ambientales.

También se evidencia en la información presentada la necesidad de más estimaciones nacionales de heredabilidad para los parámetros de crecimiento posdestete, siendo el único valor encontrado el estimado en el Informe de Padres Hereford (1994).

### 2.1.3. Correlaciones.

Es importante en el estudio del crecimiento posdestete conocer su correlación con otras características de interés productivo, para poder predecir o estimar los posibles cambios en ellas al incluir en un esquema de selección esta variable. En el Cuadro No.2, se presenta parte de la información expuesta por diferentes autores.

Cuadro No 2. Correlaciones genéticas y fenotípicas.

=====				
correlaciones genéticas				
	peso al nacer		peso al destete	
	rango	x	rango	x
peso al año	.44/.75	.59	.41/.90	.67
peso al año y medio	.29/.56	.40	.52/.92	.77
ganancia posdestete	.10/.61	.29	-.34/.37	.17

### -----

### correlaciones fenotípicas

### -----

peso al año	.21/.41	.32	.61/.80	.74
peso al año y medio	.17/.25	.20	.55/.64	.61
ganancia posdestete	-.07/.27	.16	-.56/.22	-.13

Fuente: Koch (1978), Bourdon y Brinks (1982), Buchanan (1982), Frahm et al.(1985), Allenda y Martin (1987), Tewolde (1988), De Nise y Torabi (1989), Carter (1990), Winder et al.(1990).

La bibliografía concuerda en que existen correlaciones genéticas altas y positivas entre los distintos pesos (peso al nacimiento y peso al destete con peso al año y peso al año y medio), mientras que la correlación genética entre el peso al nacer y peso al destete con la ganancia posdestete es moderada y positiva.

Esta correlación genética positiva entre los pesos en diferentes etapas de la vida del animal implica que al seleccionar por mayor peso al año y/o año y medio, habría una respuesta correlacionada aumentando también el peso al nacer y al destete. Esto haría pensar que una selección por mayores pesos posdestete provocaría aumentos en peso al nacimiento, aumentando la dificultad al parto. Como solución a este problema Koch (1974), propone aprovechar la menor correlación genética existente entre peso al nacer y la ganancia posdestete, lo que provocaría menores aumentos en el peso al nacimiento que al seleccionar por pesos posdestete.

Sin embargo, Bourdon y Brinks (1982) afirman que seleccionar por ganancia posdestete reduciría el aumento en el peso al nacimiento solamente un 9% respecto al obtenido seleccionando por peso al año, y proponen la utilización de índices de selección que permiten aumentar el peso al año sin aumentar o aumentando poco el peso al nacimiento. Lo mismo recomiendan Alenda y Martín (1987).

Existe también una correlación genética positiva entre las tasas de crecimiento pre y posdestete, Bourdon y Brinks (1982) estimaron dicha correlación en .56, sin embargo Baker et al. (1990) obtuvieron un valor de .12, similar al reportado por Winder (1990) de .15.

Las correlaciones fenotípicas son todas positivas excepto entre el peso al destete y ganancia posdestete, las cuales están correlacionadas negativamente.

Bourdon y Brinks (1982) encontraron una correlación fenotípica levemente negativa entre ganancia pre y posdestete, a pesar de que estuvieran correlacionadas genéticamente en forma positiva. Los autores sostienen que la correlación fenotípica negativa, surgiría de la correlación ambiental negativa existente entre el crecimiento predestete y la ganancia posdestete, lo cual indica la presencia de un crecimiento compensatorio causado por efectos ambientales.

Talavera (1989) constató la tendencia de que los terneros más livianos al destete (por efectos ambientales negativos), fueron los que lograron mayores ganancias posdestete, explicándose este fenómeno por la presencia de crecimiento compensatorio.

#### 2.1.4. Conclusiones

Como conclusión se puede afirmar que la característica crecimiento posdestete, presenta variabilidad genética, heredabilidades moderadas, y correlaciones genéticas con otras características de interés suficientemente compatibles. Es decir, que el mérito genético de las poblaciones bovinas nacionales para esta característica, podría ser mejorado a través de su inclusión dentro de los programas de mejoramiento genético, para lo cual el conocimiento de los efectos ambientales que afectan la expresión de su genotipo es imprescindible.

#### 2.2 FACTORES AMBIENTALES

En esta sección serán desarrollados los efectos que deben ser considerados para evaluar el potencial genético de crecimiento posdestete de los individuos. Para ello es necesario identificar los efectos ambientales que inciden sobre la expresión del genotipo. Cabe aclarar que factores como sexo y raza, de origen genético, deben ser considerados como ambientales al momento de comparar genéticamente los animales.

BIF (1986), define al ambiente como todas las condiciones externas (no genéticas) que influyen sobre la reproducción, producción, y composición de la canal del ganado.

Un concepto fundamental en el mejoramiento genético es medir diferencias, nunca valores absolutos (Cardelino y Rovira, 1987). Para evaluar diferencias genéticas entre los animales, éstos deben ser comparables en todo, con excepción de sus diferencias genotípicas, por lo tanto es necesario evaluar a los animales en las mismas condiciones ambientales.

El uso de grupos contemporáneos es un buen instrumento para reducir la influencia de efectos ambientales comunes a todo el grupo, pero no considera los efectos ambientales específicos para un individuo dado; por lo tanto los efectos ambientales conocidos no incluidos por el concepto grupo contemporáneo deben ser ajustados por factores de corrección (Bourdon, 1984 citado por Talavera, 1989).

## 2.2.1 Grupo contemporáneo

BIF (1986), define al grupo contemporáneo como un grupo de animales de la misma raza y sexo, que han sido criados en el mismo lote y nacidos en la misma estación de parición.

Talavera (1989), sostiene que la elección de las características para definir los grupos contemporáneos no es tan simple, las mismas deben ser seleccionadas con mucha precaución ya que un ajuste por efectos contemporáneos inadecuado podría sesgar las evaluaciones genéticas.

Breedplan (1991), agrega algunos criterios a considerar para la formación de los grupos contemporáneos. Para todos los pesos, la definición de un grupo contemporáneo incluye los efectos de rodeo, año de nacimiento, sexo, tipo de nacimiento, clase de transferencia embrionaria (transferencia embrionaria versus nacidos naturalmente) y efecto lote definido por el criador.

La formación de numerosos grupos contemporáneos en un rodeo dado puede resultar en un pequeño número de registros por subclase, lo que produciría una reducción en el número efectivo de progenie para la evaluación de los toros y un aumento de la varianza del error de predicción (Van Vleck, 1987 citado por Talavera, 1989).

### 2.2.1.1 Efecto rodeo-año-estación

Van Vleck (1987) citado por Talavera (1989), sostiene que los grupos contemporáneos son utilizados para eliminar los sesgos en las evaluaciones genéticas debidos a efectos diferenciales (tales como manejo) asociados al agrupamiento de los animales. Por lo tanto el uso de los mismos en los modelos posibilita comparar animales sometidos a manejos similares. Una forma usual para identificar tales efectos es agrupar a los animales por rodeo-año-estación de nacimiento, siendo la estación definida arbitrariamente.

Son numerosos los trabajos que han constatado los efectos de estas variables sobre el crecimiento posdestete, a continuación serán desarrollados algunos de los trabajos revisados.

Trabajos como los de Wilson et al.(1972), Nicoll y Rae (1978) y Meyer (1992), incluyeron el efecto rodeo al estudiar el crecimiento posdestete.

Kress (1977), observó que el año afectó significativamente el peso a los 12 meses y la ganancia de peso posdestete evaluada durante un período de 168 días.



Resultados similares fueron reportados por Rahnefeld et al. (1987), quienes encontraron un efecto significativo ( $P < .001$ ) del año sobre el peso a los 12 meses y la ganancia media diaria posdestete (evaluada desde el destete al año).

En su estudio con rodeos puros Hereford y Angus, Bailey et al. (1991) encontraron que el efecto año incidió significativamente ( $P < .001$ ) sobre la ganancia posdestete de ambas razas (evaluadas desde el destete al año de edad).

En el trabajo de Talavera (1989) realizado en condiciones extensivas de producción en Río Grande del Sur, se evidenciaron efectos de fecha de nacimiento dentro de la estación de parto (primavera) sobre el crecimiento posdestete evaluado hasta el año y año y medio de edad, en animales de raza Hereford, Angus y Devon. Al observar el efecto de la fecha de nacimiento sobre la ganancia posdestete evaluada hasta los 550 días de edad, se notó una clara tendencia de mayores ganancias posdestete para aquellos animales nacidos hacia el final de la estación. El autor comenta que esto manifiesta la presencia de crecimiento compensatorio, ya que los terneros más perjudicados durante la fase predestete (nacidos hacia el final de la estación) fueron los que presentaron mayores ganancias posdestete.

Preisinger y Kalm (1988) trabajando con animales de la raza Charolais, observaron que el efecto de época de nacimiento era de la misma magnitud en el peso al destete que en el peso al año, pero cambiaba un poco la forma en que el mismo actuaba. Al destete los terneros más pesados fueron los nacidos en invierno, mientras que al año de edad pesaron más los nacidos en otoño, siendo los de invierno de peso intermedio, y los nacidos en primavera los más livianos.

Trabajando con datos de terneros de las razas Hereford, Simmental, Charolais y Limousin, Winroth (1990) observó que el año de nacimiento afectó significativamente el peso al año para todas las razas, excepto Limousin. El autor advierte que esta diferencia pudo deberse a un bajo número de registros para esta raza y concluye que el efecto año fue generalmente significativo.

En el mismo trabajo, el autor observó que la estación de nacimiento afectó significativamente el peso al año de los animales Hereford y Charolais, no siendo significativo el efecto sobre esta variable para los animales de las razas Limousin y Simmental.

Finalmente, es claro que los distintos autores en general coinciden en que el efecto rodeo-año-estación es uno de los más importantes a considerar.

### 2.2.1.2 Sexo

El sexo influye sobre la curva de crecimiento de los animales, por lo tanto si bien no es un factor ambiental, su efecto debe ser considerado al evaluar genéticamente animales por su potencial de crecimiento. A continuación serán brevemente comentados algunos trabajos que han estudiado el efecto del sexo sobre características de crecimiento posdestete.

Nicoll y Rae (1978) en su trabajo con 4703 animales Hereford y 10226 Angus, encontraron diferencias de peso a los 18 meses entre sexos dentro de ambas razas, siendo las hembras más livianas que los machos. En ambas razas la diferencia entre sexos osciló alrededor del 40 %, esta exagerada superioridad de los machos genera la sospecha que las hembras hayan sido sometidas a una alimentación más restringida, confundándose el efecto del sexo con el efecto lote.

En un estudio con terneros y terneras cruza, Rahnefeld (1987) observó que el sexo del ternero contribuyó a más de la mitad de la varianza explicada por el modelo utilizado para evaluar el peso final de la prueba y la ganancia media diaria durante la misma. Cabe aclarar que el modelo explicó el 40 % de la variabilidad para peso final y 50 % para la ganancia media diaria. El sexo del ternero afectó significativamente ( $P < .001$ ) el peso al año y la ganancia media diaria posdestete.

Presinger y Kalm (1988), trabajando con ganado de carne en Alemania, observaron que las diferencias en crecimiento entre sexos era significativa y que éste efecto incrementaba con la edad. Así, a los 200 días de edad los terneros machos superaban en peso a las hembras en 12%, mientras que esta diferencia al año aumento a 27%. Es importante señalar, que los autores no comentan el momento o edad en que se realiza el destete, ni el manejo posterior al que son sometidos ambos sexos.

El sexo del ternero fue una importante fuente de variación ( $P < .01$ ) en todas las características de crecimiento posdestete, excepto en ganancia posdestete (evaluada durante 140 días en pastoreo), siendo los machos más pesados que las hembras a los 12, 18 y 24 meses de edad (Tewolde, 1988).

En el estudio de efectos ambientales sobre el crecimiento hasta el año realizado por Winroth (1990), con 81619 datos de cuatro razas, éste constató que el efecto del sexo del ternero sobre el peso vivo (peso al nacer, al destete y al año) fue significativo para todas las razas y pesos. Coincidiendo con lo expuesto por Presinger y Kalm (1988), el autor observó que el efecto del sexo incrementaba con la edad. Mientras que las

hembras fueron 5.5-7% más livianas que los machos al nacimiento, en peso al año esta diferencia incrementó a 16-18% (dependiendo de la raza).

Bailey et al.(1991) en su trabajo con dos rodeos puros no seleccionados de raza Hereford y Angus, encontraron que el sexo del ternero afectó significativamente ( $P < .001$ ) a la ganancia posdestete (evaluada desde el destete al año) en ambas razas.

En resumen, la mayoría de los autores coinciden en que existe un efecto del sexo sobre el crecimiento posdestete. Algunos trabajos como los de Presinger y Kalm (1988) y Winroth (1990), indican que este efecto aumenta al avanzar la edad de los animales.

Para eliminar este efecto al evaluar genéticamente a una población de individuos, la BIF (1986) recomienda considerar al sexo en el momento de definir los grupos contemporáneos, comparando animales con otros de su mismo sexo, lo que también estaría eliminando el efecto lote habitualmente confundido con el efecto sexo.

### 2.2.1.3 Raza

La mayoría de los autores revisados comparan animales cruza de diversas razas, entre sí y contra puros, no permitiendo separar claramente el efecto de la raza (aditivo) del efecto de la hibridación (heterosis).

En este ítem, serán comentados solamente los resultados obtenidos por aquellos investigadores que compararon razas puras entre sí, estableciendo el efecto de la raza sobre características de crecimiento posdestete.

Nicoll y Rae (1978) evaluando el crecimiento posdestete en animales de las razas Hereford y Angus, encontraron marcadas diferencias entre ambas razas. Los animales Hereford fueron más pesados a los 18 meses que los Angus.

Estudiando el crecimiento del ganado de carne en 5 razas diferentes, Long et al.(1979), observaron que el tipo racial afectó significativamente ( $P < .01$ ) todos los pesos y tasas de crecimiento posdestete evaluados desde los 270 a 630 días de edad, durante el cual se analizaron varios períodos de diferente duración. Las razas comparadas fueron Angus, Brahman, Hereford, Holstein y Jersey.

La BIF (1986), recomienda considerar la raza al definir los grupos contemporáneos.



De los trabajos revisados, se desprende la necesidad de tomar en consideración los efectos de las diferentes razas al evaluar genéticamente los individuos para características de crecimiento posdestete.

### 2.2.2 Edad de la madre

Los resultados de los diversos trabajos que han estudiado el efecto de la edad de la madre sobre el crecimiento posdestete, se caracterizan por presentar una marcada divergencia. Son tantos los estudios que afirman que la edad de la madre no afecta el crecimiento posdestete, como los que constataron que sí lo afecta. A su vez algunos investigadores plantean que dicho efecto depende del nivel de alimentación pre y posdestete y/o del período de evaluación.

Basado en los trabajos que afirman que los efectos de la edad de la madre sobre el peso al año y año y medio son aproximadamente de la misma magnitud que los efectos de esta variable sobre el peso al destete, la BIF (1986) recomienda sumar la ganancia posdestete (hasta el año o año y medio) al peso a los 205 días ajustado por la edad de la madre, para obtener así el peso al año o año y medio ajustado. Con este procedimiento el peso ajustado al año o año y medio lleva en consideración la edad de la madre en el peso al destete, pero presupone que no existe un efecto de esta variable (edad de la madre) actuando sobre la ganancia posdestete del animal.

Este supuesto si bien coincide con algunos trabajos que manifiestan que no hay efecto de la edad de la madre sobre el crecimiento posdestete (Bourdon y Brinks, 1982; Clutter y Nielsen, 1987; Rahnefeld et al., 1987; Mrode y Thompson, 1990; Liu y Makarechian, 1993), es cuestionado por numerosos trabajos que demuestran lo contrario (Alenda y Martin, 1987; Elzo et al., 1987; Tewolde, 1988; Talavera, 1989; Reynolds, 1991; Baker et al., 1991; Meyer, 1992).

Algunos investigadores observaron que el efecto maternal se manifestó a través de un crecimiento compensatorio durante la fase posdestete (Alenda y Martin, 1987; Elzo et al., 1987; Talavera, 1989; Presinger y Kalm, 1990; Lewis, 1990).

Trabajos como los de Bourdon y Brinks (1982), Rahnefeld et al. (1987), Mrode y Thompson (1990) y Liu y Makarechian (1993), encontraron que la edad de la madre no afectó significativamente la ganancia posdestete para distintos periodos considerados.

Winroth (1990) en su estudio realizado con animales de las razas Hereford, Charolais, Simmental y Limousin, con

madres del primer al noveno parto, recomendó corregir por efectos maternos el peso al nacer y al destete pero no propuso corregir el peso al año para ninguna de las cuatro razas estudiadas. Esto haría suponer que el autor considera que no hay efectos significativos de la edad de la madre sobre el crecimiento posdestete.

Hay una serie de autores que plantean que los efectos maternos dependen del ambiente nutricional en que se desarrollan los terneros, fundamentalmente el nivel de alimentación posdestete, ejemplo de ello son Clutter y Nielsen (1987), Lewis et al.(1987) y Brown et al.(1993).

Clutter y Nielsen (1987) concluyeron que aparentemente el efecto ambiental materno sería mayor sobre las ganancias posdestete en las hembras de reemplazo que en los animales en engorde. Esto se debería a que los reemplazos tienen una disponibilidad de alimentos limitada, por lo tanto todos consumen más o menos lo mismo, entonces aquellas terneras más livianas al destete tendrían menores requerimientos para mantenimiento inicial, lo que haría esperar mayores ganancias de peso frente al mismo consumo posdestete.

Por otro lado, Lewis et al. (1990), continuando con el estudio de Clutter y Nielsen (1987), agregan que aparentemente solo habría crecimiento compensatorio cuando el nivel nutricional predestete es restringido.

Elzo et al. (1987), llegaron a las mismas conclusiones que Lewis (1990) y explicaron que los efectos de la edad de la madre sobre la ganancia posdestete son efectos ambientales indirectos, siendo la consecuencia de efectos ambientales de la madre sobre su ternero durante la gestación y el período de crecimiento predestete. De este modo, si una madre le brinda a su ternero el ambiente adecuado para que este exprese su potencial de crecimiento predestete, el crecimiento posdestete del ternero debería depender solamente de su habilidad para crecer. En otras palabras, si un ternero tuvo un crecimiento no restringido hasta el destete, su crecimiento posdestete sería totalmente independiente de la edad de su madre. Si el ambiente predestete (otorgado por la madre) fuera insuficiente, el ternero podrá realizar un crecimiento compensatorio en el período posdestete.

Los autores concluyeron que, el efecto de la edad de la madre sobre la ganancia posdestete fue menos importante que sobre el peso al nacimiento y peso al destete. Hubo cierta evidencia de crecimiento compensatorio en terneros hijos de madres jóvenes.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el trabajo de

Alenda y Martin (1987), la influencia de la edad de la madre sobre las características posdestete sería mínima.

Contrariamente a los resultados presentados por los autores ya citados, un efecto significativo ( $P < .01$ ) de la edad de la madre sobre la ganancia posdestete y el peso a los 18 meses fue encontrado por Tewelde (1988); extrañamente el efecto no fue significativo para el peso al año. Pese a los resultados obtenidos, el autor sostiene que el efecto de la edad de la madre sobre la ganancia posdestete, sea probablemente un efecto arrastrado del ambiente maternal predestete a que fueron sometidos los mismos, no encontrando explicación para el efecto maternal a los dieciocho meses.

En su trabajo con datos de 14000 terneros de las razas Angus, Hereford y Devon en condiciones de pastoreo, Talavera (1989), constató un efecto significativo de la edad de la madre sobre el crecimiento posdestete de los terneros. El autor explica que los terneros hijos de madres más jóvenes y más viejas (seguramente con menor producción de leche que las vacas adultas), obtuvieron mayores ganancias posdestete. Este mayor crecimiento estaría evidenciando un crecimiento compensatorio durante la fase posdestete, tanto hasta los 410 días como hasta los 550 días de edad. Coincidiendo con Clutter y Nielsen, el autor comenta que una causa de este crecimiento compensatorio podría deberse a un menor requerimiento de manutención de los animales destetados con menor peso.

En su trabajo, Preisinger y Kalm (1990), observaron marcadas diferencias entre distintas edades de la madre en el peso a los 205 días y al año de los terneros. Para estudiar este efecto se basaron en animales de la raza Charolais, utilizando el número de parto de la vaca debido a que no se disponía de su edad cronológica. Hasta el cuarto parto ambos pesos aumentaron en forma similar. Las diferencias causadas por diferente edad de la madre fueron mayores para peso al destete que para peso al año. Esto permitiría concluir la posible presencia de crecimiento compensatorio durante el período posdestete, para los animales hijos de madres más jóvenes.

Buscando caracterizar el crecimiento posdestete hasta los 18 meses de varias razas, Reynolds et al (1991), encontraron que la edad de la madre no afectó la ganancia posdestete en los primeros 160 días de evaluación con una dieta concentrada, pero si tuvo un efecto significativo sobre todos los pesos y sobre la ganancia a partir de los 160 días posdestete en pastoreo. Los terneros hijos de madres jóvenes fueron más livianos al inicio de la evaluación en pastoreo que los hijos de las madres viejas, y tuvieron una mayor ganancia posdestete. Si bien existió un crecimiento compensatorio para estos

animales, este no fue suficiente para compensar totalmente los efectos del menor peso inicial.

Woldehawariat et al. (1977) realizaron una revisión sobre algunos autores que encontraron efectos de la edad de la madre sobre el crecimiento posdestete, y resume los factores de corrección propuestos por los mismos para ganancia y pesos posdestete en función de esta variable.

Otros trabajos que recomiendan corregir características posdestete en función de la edad de la madre, son los de Carter et al. (1990) y Baker et al. (1991). Es importante resaltar que estos dos estudios fueron realizados en Nueva Zelanda, con condiciones de producción similares a las de Uruguay, en la que los animales permanecen en pastoreo todo el año (siendo una diferencia que en éstos dos trabajos los animales recibieran suplementos voluminosos durante el invierno).

Dentro de este capítulo es importante mencionar el trabajo de Meyer (1992), el cual describe en forma clara y minuciosa las vías a través de la cual la madre actúa sobre el crecimiento de su ternero. Una breve síntesis de su contenido se presenta a continuación.

El genotipo de la madre afecta al fenotipo de su hijo a través de una muestra de la mitad de sus genes (directos) aditivos para el crecimiento, así como a través de su genotipo para efectos maternos en el crecimiento. En su análisis la autora divide al efecto materno en efecto materno genético y efecto materno por efectos ambientales permanentes en la madre. La misma concluye que hubieron efectos maternos significativos para peso al año en las tres razas estudiadas (Hereford, Angus, cruce Cebú). Para la raza Hereford los efectos ambientales maternos sobre el peso al año fueron consistentemente más importantes que los efectos genéticos maternos, sin embargo el efecto ambiental materno para la raza Angus fue pequeño y no significativo.

Observando los resultados obtenidos por los diferentes trabajos revisados, se podría concluir que en algunas situaciones la edad de la madre afecta significativamente el crecimiento posdestete, dependiendo en parte este efecto del nivel de nutrición pre y posdestete en los que se desarrolla el ternero.

Es de esperar, que en nuestras condiciones de producción, utilizando razas de baja producción lechera (principalmente Hereford) y pastoreando campo natural de marcada estacionalidad (con períodos de déficit forrajero), la edad de la madre al parto influya más allá del destete, incidiendo entonces sobre el crecimiento posdestete.



### 2.2.3 Crecimiento predestete

El efecto del crecimiento predestete sobre el crecimiento posdestete ha sido estudiado por varios autores, considerando diferentes parámetros de esta variable: ganancia predestete, peso y/o edad al destete.

Los efectos de edad o peso al destete (inicio del período de evaluación), se han mostrado más evidentes en los trabajos en que la respuesta estudiada era peso al año o año y medio que cuando eran referidos a la ganancia posdestete.

Algunos investigadores han estudiado los efectos de la edad al destete sobre el crecimiento posdestete, como son los trabajos de Swiger et al. (1961), Brinks et al. (1962), Rollins et al. (1962), Winroth (1990). Por otra parte Brinks (1962) y Shelby (1963), advierten que cuando todos los terneros nacidos dentro de un año dado de producción son destetados en la misma fecha (o día), la edad al destete incluye el efecto de la fecha de nacimiento durante la estación.

La mayoría de los trabajos revisados y comentados en este capítulo, han estudiado el efecto de la ganancia predestete y el peso al destete sobre el crecimiento posdestete, relegando a un segundo plano el efecto de la edad al destete.

Entre los autores que analizaron el efecto de la edad al destete, se encuentra el trabajo de Winroth (1990), el cual plantea la necesidad de ajustar el peso al año en función de la edad al destete para las cuatro razas incluídas en su estudio.

Alenda y Martin (1987), estimaron una correlación fenotípica entre el peso al destete y la ganancia posdestete de .22 para machos y .11 para las hembras, sugiriendo esto una relativamente baja pero positiva asociación entre la ganancia pre y posdestete.

En su trabajo realizado en Costa Rica con bovinos criollos Romosinuano, en base a 24 años de datos predestete y 4 años de datos posdestete, Tewolde (1988) observó que el peso al destete (siete meses de edad) y la ganancia predestete, presentaban una correlación fenotípica positiva con los pesos y tasa de ganancia posterior al destete. La correlación fenotípica entre las características predestete y la tasa de ganancia posterior al mismo, estaría indicando que no existió un crecimiento compensatorio durante esta última fase, pero sin embargo tal afirmación sería un poco apresurada ya que la correlación entre ambos parámetros fue muy baja (.10).

Coincidiendo con lo anteriormente planteado por Tewolde



(1988), Winder et al (1990) estimaron una correlación fenotípica entre el peso al destete y la ganancia posdestete muy baja y positiva (.10).

Liu y Makarechian (1993), en su trabajo sobre factores que afectan el crecimiento de los toros en una estación de prueba, observaron que el peso al inicio de la prueba (con un período de acostumbramiento de 28 días) afectó en forma significativa todos los pesos durante los 140 días de evaluación, pero no tuvo efecto significativo sobre la ganancia diaria calculada para el mismo período. Este resultado indicaría que no hubo un crecimiento compensatorio de parte de los individuos más livianos al inicio de la prueba. Cabe aclarar que la alimentación durante la prueba fue concentrada y a voluntad, por lo que la ventaja de menores requerimientos debido a un tamaño más pequeño y mayor avidez de consumo serían diluidas, lo que podría explicar la ausencia de crecimiento compensatorio. Pese a los resultados obtenidos, los autores plantean que durante el período posterior al inicio de la prueba los toros compensarían diferencias ambientales previas a la misma, lo cual remarca la importancia de un período de acostumbramiento.

Trabajando con animales de las razas Red Angus, Angus, y Hereford, Bourdon y Brinks (1982) encontraron que las correlaciones ambientales entre características al destete y ganancia posdestete fueron consistentemente negativas, sugiriendo la presencia de crecimiento compensatorio por causas ambientales. En las hembras, este efecto resultó en una correlación fenotípica suavemente negativa (-.10) entre ganancia pre y posdestete.

Elzo et al. (1987), en su trabajo constataron la existencia de una relación entre el crecimiento pre y posdestete, y plantean que cuando el crecimiento predestete del ternero se ve restringido por alguna causa ambiental (ej: efecto materno), el animal manifiesta un crecimiento compensatorio durante el crecimiento posterior al destete.

Talavera (1989), observó que los terneros más livianos al destete tendían a presentar mayores ganancias posdestete, evidenciándose de este modo el fenómeno de crecimiento compensatorio.

En el trabajo realizado por Clutter y Nielsen (1987) éstos encontraron que la correlación fenotípica entre el consumo de leche y la ganancia posdestete en feedlot era baja y tendía a ser negativa. Dicha correlación entre las dos variables fue, en el caso de los terneros de reemplazo bajo una dieta restringida -.17 ( $P < .10$ ). Los terneros hijos de madres de alta producción de leche fueron más pesados al destete (16.9 kg) que los hijos de madres de baja producción,

pero de esta diferencia de peso solo un 63% fue mantenido durante los 280 días de crecimiento posdestete en feedlot. Esta reducción de la ventaja en peso se debió a que los animales con menor peso al destete tuvieron mayores ganancias durante el crecimiento posdestete que los animales hijos de vacas de alta producción que habían logrado un mayor crecimiento predestete. Los autores explican que el mayor efecto del crecimiento predestete sobre el posdestete en las hembras de reemplazo seguramente se debió a la alimentación restringida que reciben las mismas, donde el menor peso inicial (al destete) permitió una mayor ganancia posdestete frente a un mismo consumo, como consecuencia de menores requerimientos de mantenimiento. De este trabajo se puede concluir que existe una relación entre el crecimiento pre y posdestete, y que la ocurrencia de crecimiento compensatorio en la fase posdestete depende del nivel nutricional en ambas etapas.

Continuando con el trabajo de Clutter y Nielsen (1987), Lewis (1990) observó que al aumentar la producción de leche de la madre aumenta el crecimiento predestete llegando los terneros a un mayor peso al destete (187 días de edad). Este efecto fue más marcado en los terneros hijos de las vacas del lote de baja producción de leche (Hereford-Angus 5.6 kg/día) que en el lote de alta producción. Los terneros que tuvieron menor crecimiento predestete y por tanto menor peso al destete, mostraron mayores ganancias posdestete que los terneros que tuvieron mayor crecimiento predestete. Este efecto se dio en forma significativa solamente en los terneros machos hijos de madres del lote de baja producción, observándose tanto en los animales alimentados en posdestete a base de granos como en los que permanecieron a pastoreo. Según los autores, los terneros de los lotes de madres de mediana y alta producción de leche, no presentaron crecimiento compensatorio en la fase posdestete debido a que no tuvieron restringida la expresión de su potencial genético de crecimiento predestete por causas ambientales.

Carter et al. (1990) recomiendan corregir el peso al año por la edad al destete del ternero, la misma corrección es sugerida por Baker et al. (1991).

Si bien distintos autores coinciden en que hay una relación entre el crecimiento pre y posdestete, existen discrepancias en cuanto a la forma en que estas dos variables se relacionan. Trabajos como los de Alenda y Martin (1987), Tewolde (1988), y Winder (1990), muestran que ambas fases de crecimiento están correlacionadas fenotípicamente en forma positiva. Contrariamente a estos autores, Bourdon y Brinks (1982), Elzo (1987), Clutter y Nielsen (1987), Talavera (1989), y Lewis (1990) han observado la presencia de crecimiento compensatorio durante la fase posdestete.

En forma similar a lo observado para los efectos de la edad de la madre sobre el crecimiento posdestete, la manifestación de crecimiento compensatorio en el mismo período, dependería de los niveles de alimentación en ambas fases, como lo explican los trabajos de Clutter y Nielsen (1987), y Lewis (1990).

Considerando los menores niveles de alimentación en nuestro país durante ambas fases respecto a la alimentación disponible en la mayoría de los trabajos presentados (pasturas mejoradas, silo, concentrados, etc), es de esperar que exista una relación fenotípica negativa entre el crecimiento pre y posdestete, manifestándose crecimiento compensatorio durante la fase posterior al destete cuando la disponibilidad de forraje lo permita (por ejemplo: la producción primaveral).

De los diversos trabajos revisados, tanto aquellos que utilizan ganancia predestete como peso y/o edad al destete, la mayoría explican los resultados obtenidos relacionando el crecimiento anterior con el posterior al destete. Esto haría pensar que el parámetro más adecuado a utilizar en un análisis sería la ganancia anterior al destete.

#### 2.2.4 Tipo de nacimiento

Si bien el tipo de nacimiento es un efecto que muy pocos investigadores han incluido dentro de sus modelos de análisis para características posdestete, serán comentados aquí algunos autores que han considerado importante incluirlo.

El tipo de nacimiento estaría afectando el crecimiento posdestete indirectamente, a través de su incidencia sobre el crecimiento predestete. Es sabido que terneros mellizos tienen un crecimiento predestete más restringido que los nacidos únicos, como consecuencia de tener que compartir la leche producida por su madre.

Smith et al. (1982), observó que el peso al destete promedio ajustado a los 170 días de edad para los terneros nacidos mellizos fue entre 41 y 38 kg menor que los únicos.

Para evaluar animales Simmental por peso a los 400 días de edad, Mrode (1990) incluyó en su modelo de análisis el efecto de tipo de nacimiento.

Preinsinger y Kalm (1990), en su trabajo con datos de animales de raza Charolais, encontraron que si bien el efecto tipo de nacimiento es muy marcado en el peso al destete, pero va disminuyendo con la edad del animal, este efecto fue claramente visible aún para el peso al año. Los animales mellizos

pesaron al año 37 kg menos que los únicos.

En el estudio realizado por Winroth (1990), éste observó que el tipo de nacimiento afectó significativamente el peso al año en todas las razas excepto Limousin. El autor advierte que esta diferencia pudo deberse a un bajo número de registros para esta raza. Al año de edad los terneros mellizos fueron 1-9% más livianos que los nacidos únicos, siendo máxima la diferencia en los terneros Hereford (9%) y mínima en el caso de Limousin (1%).

En resumen, si bien la mayoría de los autores no han estudiado el efecto del tipo de nacimiento sobre el crecimiento posdestete, hay algunos investigadores que constataron su influencia y lo han incluido en sus modelos de evaluación. Por lo tanto si bien este no es un factor ambiental importante (debido principalmente a la baja tasa mellicera en los bovinos) es bueno tenerlo presente.

### 2.2.5 Interacciones

Además de la interacción genotipo-ambiente, es importante conocer las posibles interacciones entre diferentes efectos ambientales.

Debemos recordar que el concepto de grupo contemporáneo además de incluir los efectos comunes considerados, también incluye las interacciones entre éstos. De igual modo es interesante comentar algunas interacciones encontradas por distintos autores que no utilizaron grupos contemporáneos, así como interacciones entre otros efectos específicos no considerados para la formación de los grupos.

Rahnefeld et al.(1987), encontraron un efecto significativo ( $P<.001$ ) de la interacción año-sexo del ternero sobre el peso al año y la ganancia media diaria posdestete (evaluada hasta el año de edad). Similares resultados son presentados por Tewolde (1988), quien encontró que la interacción año-sexo del ternero afectó significativamente ( $P<.01$ ) la ganancia posdestete y el peso a los 18 y 24 meses de edad.

En el trabajo de Elzo et al. (1987), al estudiar el efecto de la edad de la madre sobre el crecimiento posdestete de terneros con diferentes niveles de sangre Simmental, observaron que el efecto de la edad de la madre sobre la ganancia posdestete varió según el sexo del ternero y para los diferentes porcentajes de sangre Simmental de las madres. Si bien no se realizó en este experimento un análisis de significancia para estas diferencias, parecería que el efecto de la madre interactuara con el sexo del ternero, y también con la raza de

la madre.

Contrariamente, Tewolde (1988) observó que no hubo un efecto significativo de la interacción edad de la madre-sexo del ternero sobre ninguna de las características de crecimiento posdestete evaluadas en su trabajo (ganancia en 140 días a pastoreo, peso a los 12, 18, y 24 meses de edad).

Bailey (1991), en su estudio constató la presencia de interacción dieta-sexo ( $P < .001$ ), para la raza Aberdeen Angus. La diferencia en la ganancia posdestete entre los toritos y vaquillonas fue mayor con una dieta rica en energía, que cuando el nivel energético era medio. Estos resultados indican que el potencial de crecimiento en los toritos no fue expresado totalmente en la dieta de nivel medio, así como que las hembras no estarían capacitadas para aprovechar completamente la dieta más rica. En el caso de la raza Hereford, la superioridad en ganancia posdestete de los toritos frente a las vaquillonas fue la misma en ambos planos nutricionales, es decir, no existió interacción sexo-dieta.

En su trabajo, Brown et al. (1993) observaron que los efectos maternos no variaron significativamente entre los distintos ambientes considerados. Los autores comentan que si bien no hubo una interacción significativa entre los efectos maternos y el ambiente nutricional, existió una tendencia sugiriendo que los efectos maternos para crecimiento posdestete podrían variar con el ambiente nutricional pre y posdestete.

En resumen, existen algunos factores ambientales que interactúan entre sí afectando esta relación el crecimiento posdestete.

## 2.2.6 Período de prueba

Para determinar el momento y duración del período posdestete en el cual los animales serán evaluados, es importante considerar los modelos normales de crecimiento.

Un ternero desde su nacimiento, siempre y cuando se le proporcione una nutrición adecuada, irá creciendo a lo largo de una curva sigmoide con una aceleración en la pubertad y disminuyendo la marcha al aproximarse a la madurez (Berg y Butterfield, 1979).

La forma de la curva de crecimiento puede ser alterada mediante la selección, al incluir como criterios de selección tasas de crecimiento y madurez, peso corporal, y/o grado de madurez (Fitzhugh, 1976).

Es notorio que el crecimiento posdestete ocupa la mayor parte del modelo de crecimiento, obligando esto a definir un período en el cual realizar la evaluación.

Es sabido que el efecto de los distintos factores ambientales son diferentes según los períodos que sean considerados para su estudio. Diferentes períodos de crecimiento posdestete han sido considerados por los investigadores, al estudiar sus características y relaciones con otros parámetros.

Con respecto al inicio del período de evaluación, hay una coincidencia entre los trabajos, comenzando ésta a partir del destete o muy cercano al mismo (en casos en que los animales fueron sometidos a un período de acostumbramiento), oscilando entre los 180 a 220 días de edad.

La mayoría de los investigadores revisados realizaron sus estudios evaluando el crecimiento posdestete hasta el año de edad, como son los trabajos de Bourdon y Brinks (1982), Frahm et al.(1985), Hough et al.(1985), Irgang et al.(1985), Steffan et al.(1985), Aaron et al.(1986), Alenda y Martin (1987), Rahnefeld et al.(1987), Presinger y Kalm (1988), Carter et al.(1990), Mrode y Thompson (1990), Winder et al.(1990), Winroth (1990), Bailey et al.(1991), Meyer et al.(1992), Brown et al.(1993).

Otros autores han estudiado el crecimiento posdestete hasta los 18 meses de edad, como son los trabajos de Nicoll y Rae (1978), Buchanan et al.(1982), Clutter y Nielsen (1987), Talavera (1989), Baker et al.(1991), Reynolds et al.(1991).

Pahnish et al.(1985), De Nise y Torabi (1989), estudiaron el crecimiento posdestete hasta los 20 meses de edad.

Por otra parte Tewolde (1988), fue el único trabajo que evaluó el crecimiento posdestete hasta los 24 meses de edad.

La BIF (1986), recomienda que la evaluación posdestete comience en el momento del destete, siendo el peso al destete el peso inicial de la evaluación. También recomienda que el período entre el peso al destete y el peso final de la prueba sea como mínimo 160 días. El peso final no debe ser tomado en animales menores a 330 días de edad, siendo la edad media para cada rodeo contemporáneo como mínimo 365 días.

Por otro lado la BIF (1986) agrega que, cuando los toros o vaquillonas de reemplazo son criados en niveles alimenticios bajos, con un crecimiento un poco más lento, conviene utilizar pesos a edades mayores que el año (15 o 18 meses de edad) para evaluar el crecimiento posdestete.

Los conceptos planteados por la BIF (1986) coinciden con lo anteriormente propuesto por Gregory (1965), quien sostiene que períodos más cortos de evaluación posdestete pueden ser usados para evaluar diferencias en tasa de crecimiento de animales con una dieta rica en energía, que cuando éstos se encuentran consumiendo alimento con relativamente baja energía.

En conclusión, se puede observar que distintos investigadores han considerado períodos de evaluación diferentes, iniciando en general al destete, pero siendo variable la duración del mismo. En la mayoría de los estudios la evaluación se realiza desde el destete hasta el año o año y medio de edad.

Para las condiciones de producción de nuestro país (extensivas, con una marcada estacionalidad en la oferta de forraje), parecería lo más adecuado evaluar el crecimiento posdestete hasta los 18 meses, dando a los animales mayor tiempo para que expresen sus diferencias genéticas en cuanto a crecimiento (tamaño adulto).

### 2.2.7 Crecimiento compensatorio

Si bien el crecimiento compensatorio parecería no ser un factor ambiental, sino una consecuencia de los mismos, será desarrollado en este capítulo una breve revisión sobre este fenómeno debido a su influencia en la relación entre el crecimiento pre y posdestete, y su interferencia al momento de detectar los verdaderos efectos ambientales actuantes.

Son numerosos los trabajos que han constatado la presencia del fenómeno de crecimiento compensatorio durante la fase posdestete, como son los trabajos de Bourdon y Brinks (1982), Alenda y Martin (1987), Clutter y Nielsen (1987), Elzo et al.(1987), Talavera (1989), Lewis et al.(1990), Presinger y Kalm (1990), Reynolds et al.(1991).

Verde (1979), explica que se ha denominado crecimiento compensatorio al crecimiento "anormalmente" rápido relativo a la edad, que permite la recuperación luego de un período de subnutrición. Los principales factores que limitan la recuperación luego de una penuria nutricional son: la naturaleza, severidad y duración de la restricción, y el estado de desarrollo del animal en el momento en que se impone la restricción. Los resultados más típicos sobre crecimiento compensatorio han sido obtenidos con animales cuyas edades oscilaban entre ocho y doce meses.

Es importante destacar que la producción en el Uruguay se



realiza a base de pasturas naturales con una producción de forraje estacional, que hace que los rodeos sean sometidos a lo largo del año a distintos niveles de alimentación.

Considerando entonces que por un lado existen a veces efectos ambientales negativos que restringen el crecimiento predestete y en fases tempranas del posdestete (invierno), y por otro lado que los animales son jóvenes con alta capacidad de recuperación frente a una realimentación más adecuada (primavera-verano), es fácil entender la importancia de considerar el crecimiento compensatorio al evaluar animales por características de crecimiento pre y posdestete.

### 2.2.8 Conclusiones

Si bien los diferentes autores han obtenido resultados más o menos divergentes para los diversos factores que afectan el crecimiento posdestete, se observan ciertas coincidencias en términos generales.

Claramente el efecto grupo contemporáneo, o los efectos separados incluidos dentro de él, es el factor más importante a ser considerado, ya que explica por sí solo la mayor parte de la variación encontrada en las diversas poblaciones.

En cuanto a la edad de la madre y el crecimiento predestete los resultados han sido diferentes, dependiendo en gran medida de las condiciones en que fueron desarrollados los estudios. Por tanto sería importante analizar su incidencia en nuestras condiciones de producción. Estos dos efectos no siempre se logran separar claramente debido a una estrecha relación causa-efecto entre ellos, ya que el crecimiento predestete es afectado por una serie de factores ambientales entre los cuales se encuentra la edad de la madre.

El tipo de nacimiento no sería un efecto importante a considerar, debido principalmente a la baja tasa mellizera en los bovinos.

Efectos de diversas interacciones fueron constatados por distintos autores, siendo las más importantes ya consideradas al agrupar los animales en grupos contemporáneos.

La bibliografía en general concuerda que para condiciones de producción como las de Uruguay, los periodos de prueba deben ser superiores al año de edad debido a una expresión más tardía de la variabilidad entre animales.

El crecimiento compensatorio no es un factor ambiental, sino una relación entre las distintas etapas de crecimiento.



causada por un conjunto de efectos ambientales. Es así que el efecto de algunos factores ya citados se refleja a través de un crecimiento compensatorio en la fase de crecimiento posdestete, por lo tanto es importante considerarlo en el momento de analizar los resultados.

En resumen, el modelo hipotético para realizar el estudio sobre el crecimiento posdestete, debería incluir los efectos comunes a toda la población y sus interacciones a través de la formación de grupos contemporáneos, así como considerar el efecto de la edad de la madre y el crecimiento predestete.

## 3 MATERIALES Y METODOS

### 3.1 MATERIALES

Para realizar el estudio se dispuso de registros de dos razas, Hereford y Aberdeen Angus. Debido a que existen diferencias en cuanto al origen y tipo de datos entre ambos conjuntos, estos serán explicados separadamente a modo de lograr mayor claridad en su descripción.

#### 3.1.1 Rodeo Hereford

Los datos pertenecen al rodeo de una cabaña comercial, ubicada en el departamento de Paysandú, en la cual los animales hasta el destete permanecen con sus madres pastoreando sobre suelos de índice coneat 77, pasando luego del destete a fracciones de mejor calidad de suelos y pasturas.

Los registros disponibles fueron 1923 para peso al nacer, 1897 de peso al destete, y 1532 para peso a los 540 días, obtenidos durante un período de 14 años (1980-1993).

Características del conjunto de datos pertenecientes a la población Hereford son presentados en los cuadros 3 y 4.

#### 3.1.2 Rodeo Aberdeen Angus

A diferencia del conjunto anterior (datos Hereford), este está compuesto por registros de cuatro cabañas nacionales, ubicadas en distintos puntos del país. Esto implica que los datos provengan de varios rodeos, y que a su vez se hayan desarrollado bajo condiciones ambientales (de producción) diferentes.

Este conjunto presenta la variable peso al año como ventaja frente al conjunto anterior, en el cual no se dispone de ella.

Los registros disponibles fueron 1170 para peso al nacer y 1153 para peso al destete, tomados éstos durante un largo período de 28 años (1965-1993); 400 registros de peso al año y 1175 de peso a los 540 días, los cuales fueron tomados en fechas más recientes (1978-1993). Una vez eliminados los datos incompletos o inconsistentes (los criterios para su eliminación son presentados en el ítem métodos), quedaron efectivos para el análisis 1051 registros para peso al nacer y al destete, 321 de peso al año, y 889 de peso a los 540 días.

Los cuadros 5, 6 y 7, muestran algunas características del conjunto de registros para esta raza.

Cuadro 3. Distribución de los registros utilizados.

HEREFORD	Nº registros	% del total
<b>TOTAL</b>	<b>1496</b>	<b>100</b>
.....		
Distribución por sexo		
machos	754	50.4
hembras	742	49.6
.....		
Distribución por edad madre		
menor a 4 años	363	24.3
4-10 años	1133	75.7
.....		
Distr. por estación de parto		
hasta setiembre inclusive	794	53.1
octubre en adelante	702	46.9

Cuadro 4. Descripción de algunos parámetros poblacionales.

HEREFORD	Nº reg.	media	desv.std	mín-máx
Peso al nacer	1496	31.51	4.39	20-43
Peso a los 205 días	1496	167.10	28.24	96-238
Peso a los 540 días	1496	298.83	72.76	124-464

Cuadro 5. Distribución de los registros utilizados.

A. ANGUS	P.N y P.205	P.365	P.540
<b>TOTAL</b>	<b>1051</b>	<b>321</b>	<b>889</b>
.....			
Distribución por sexo			
machos	281	149	243
hembras	770	172	646
.....			
Distribución por E.M.			
menor a 4 años	192	71	161
4 a 10 años	859	250	728
.....			
Dist. por est.parto			
hasta setiembre inclusive	523	163	444
octubre en adelante	528	158	445
.....			

Cuadro 6. Descripción de algunos parámetros poblacionales.

A. ANGUS	Nº.reg	media	desv.std	min-máx
Peso al nacer	1051	32.85	5.26	20-46
Peso 205 días	1051	161.19	26.57	94-233
Peso 365 días	321	183.58	34.60	121-280
Peso 540 días	889	242.38	46.47	137-371
.....				

Cuadro 7. Medias fenotípicas para los diferentes establecimientos.

A.ANGUS	Nºreg	media P205	media P365	media P540
1	503	147.1	-	213.6
2	304	170.5	167.3	266.4
3	189	176.0	203.7	263.6
4	45	185.3	181.8	251.1

En cuanto a la alimentación, cabe mencionar que todos los rodeos (ambas razas), han sido criados en condiciones de pastoreo siendo la base alimenticia pasturas naturales, y ocasionalmente pasturas mejoradas, praderas convencionales, verdeos o suplementos.

Es importante marcar la diferencia entre ambos conjuntos de datos, ya que el perteneciente a la raza Aberdeen Angus por ser de varios establecimientos y contar con una variable más (peso al año), permitiría realizar un análisis más profundo del crecimiento posdestete, posibilitando evaluar períodos más cortos en esta fase de crecimiento.

En resumen, el análisis se basó en datos obtenidos a partir de rodeos de razas Aberdeen Angus y Hereford, manejados sobre pasturas naturales; con una estación de parición "primaveral" que se extiende desde el mes de julio a diciembre, y con un rodeo de cría conformado mayoritariamente por madres de cuatro a diez años de edad.

### 3.2 METODOS

Una vez obtenidos los datos se realizó una "limpieza" de los mismos, eliminando registros incompletos (ej: sin pesos posdestete) o completándolos mediante cálculos promedio cuando esto era posible, como fue el caso de animales sin peso al nacer a los cuales se les otorgó el peso promedio de los nacidos en ese mismo año.

También fueron eliminados aquellos animales que se alejaban más de 2.5 desvíos standard de la media (luego de ser ajustados por edad), ya que se consideró que estos datos podían estar sujetos a errores de medición o haber sido sometidos a manejos diferentes, pudiendo sesgar las tendencias observadas.

El número de registros efectivos para el análisis puede observarse en los cuadros 3, 4, 5, 6 y 7.

### 3.2.1 Definición de variables

Luego de ajustar los pesos a las edades correspondientes (peso a los 205, 365, y 540 días), se calcularon las ganancias pre y posdestete consideradas.

El ajuste de los pesos a las edades prefijadas se realizó mediante los siguientes cálculos:

$$\text{peso 205 (kg)} = \frac{\text{peso destete} - \text{peso al nacer}}{\text{edad al destete}} \times 205 + \text{p.nacer}$$

$$\text{peso 365 (kg)} = \frac{\text{peso 3} - \text{peso al destete}}{\text{edad peso 3} - \text{edad al destete}} \times 160 + \text{peso 205}$$

$$\text{peso 540 (kg)} = \frac{\text{peso 4} - \text{peso al destete}}{\text{edad peso 4} - \text{edad al destete}} \times 335 + \text{peso 205}$$

#### Referencias:

p.nacer - es el peso al nacer

peso 3 - es el peso medido al animal aproximadamente al año de edad (sin ajustar para 365 días)

peso 4 - es el peso medido al animal aproximadamente a los 18 meses de edad (sin ajustar para 540 días)

Se calculó la ganancia de peso entre el nacimiento y el destete (GAD), entre el destete y el año (GPD1), entre el destete y los 540 días (GPD2), y la ganancia entre el año de edad y los 540 días (GPD3), todas ellas expresadas en kilos.

El cuadro 8 muestra los periodos considerados para el cálculo de las ganancias pre y posdestete, y su correspondencia con los distintos momentos del año.

Para el rodeo Hereford GPD1 y GPD3 no pudieron calcularse debido a no presentar este grupo de datos la variable peso al año.

Cuadro N° 8. Periodos de crecimiento considerados.

ESTACION		prim.	ver.	oto.	inv.	prim.	ver.	oto.
EDAD	PARTO					1 AÑO		AÑO Y MEDIO
GANANCIA DE PESO		GAD		GPD1		GPD3		
			GPD2					

### 3.2.2 Elaboración de los modelos

Una vez obtenidos los pesos corregidos y las ganancias pre y posdestete, se determinaron los parámetros descriptivos de la población para las distintas variables y la relación existente entre éstas, los pesos y ganancias definidas en el ítem anterior.

Posteriormente se estudiaron las frecuencias para distintas variables, de forma de asegurar que los datos no presentarían desbalances importantes que enturbiaran los análisis. De este modo, conociendo las características de las variables a estudiar y la relación entre ellas, se pasó a diseñar los modelos biológicos que mejor describieran las variables en estudio.

El primer paso fue definir los efectos considerados para la formación de los grupos contemporáneos. Dentro del concepto de grupo contemporáneo fueron incluidos los siguientes efectos: año, estación de nacimiento, sexo y rodeo (aquí se consideró cada establecimiento un rodeo, no siendo necesaria su inclusión en el conjunto de datos Hereford). El efecto lote no fue posible incluirlo en ninguno de los dos conjuntos de datos, debido a no disponer de la información necesaria para ello.

La estación de nacimiento fue dividida en dos clases, temprana para animales nacidos hasta el mes de setiembre inclusive, y tardía para aquellos nacidos desde octubre en adelante. Esta división se realizó de forma tal que quedaran una cantidad suficiente de registros en cada una de las clases. La bibliografía en general concuerda que la estación de nacimiento no afecta significativamente el crecimiento posdestete, por lo que no sería necesario una mayor cantidad de clases, esto coincide con los resultados obtenidos en análisis preliminares de los registros disponibles.

Al agrupar los animales por los efectos ya citados, y posteriormente eliminar aquellos grupos conformados por menos de cinco individuos, resultaron 51 grupos contemporáneos para el conjunto Hereford y 40 para el conjunto Aberdeen Angus.

Una vez definidos los grupos contemporáneos se agregaron los efectos que se consideraron podían tener importancia en el crecimiento posdestete: edad de la madre y ganancia predestete.

Siendo conocido el efecto de la edad de la madre sobre la ganancia predestete, se realizaron estudios preliminares para determinar el grado de colinearidad entre ambas variables.



Para ello se analizó el siguiente modelo para ambos conjuntos de datos:

$$GAD = GC + EM$$

En ambas razas, el modelo explicó menos de la mitad de la variación total de ganancia predestete, lo cual indica una suficiente independencia entre las variables como para poder incluirlas dentro del mismo modelo.

El conjunto de datos Aberdeen Angus, permitió además incluir en el modelo algunos parámetros de crecimiento posdestete tempranos (hasta el año), cuando la variable dependiente considerada era peso a los 540 días o ganancias de peso entre el destete y los 18 meses de edad.

Con el objetivo de estudiar dichos factores se utilizaron los siguientes modelos, procesados posteriormente con SAS (1985):

#### MODELO a.

$$Y_{ijk} = \mu + GC_i + EM_j + b_1 (GAD)_k + e_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$  - es el valor medido de la característica en cuestión (p365, p540, GPD1, GPD2, GPD3) de un animal perteneciente al  $i$ ésimo grupo contemporáneo, para la  $j$ otaésima edad de la madre, y  $k$ ésimo nivel de ganancia predestete.

$\mu$  - es la media poblacional de la característica en cuestión.

$GC_i$  - es el efecto del  $i$ ésimo grupo contemporáneo en el cual se incluye los efectos de año-rodeo-estación de nacimiento-sexo y sus interacciones.

en el conjunto de datos Aberdeen Angus  $i=1, \dots, 40$

en el conjunto de datos Hereford  $i=1, \dots, 51$

$EM_j$  - es el efecto de la  $j$ otaésima edad de la madre.

en el conjunto de datos Aberdeen Angus  $j=1, \dots, 8$

en el conjunto de datos Hereford  $j=1, \dots, 7$

$GAD_k$  - es el efecto de la  $k$ ésima ganancia predestete.

$b_1$  - es el coeficiente de regresión para la covariable ganancia predestete.

$e_{ijk}$  - es el efecto aleatorio del error asociado a cada observación.

$$E(e) = 0 \text{ y } e \sim N(0, \sigma^2_e)$$

Para el conjunto de datos Aberdeen Angus, además del modelo a se utilizó el siguiente:

#### MODELO b.

$$Y_{ijk1} = \mu + GC_i + EM_j + b_1 (GAD)_k + b_2(GPD1)_l + e_{ijk1}$$

donde:

$Y_{ijk1}$  - es el valor medido de la característica en cuestión (p540, GPD2 y GPD3) de un animal perteneciente al  $i$ ésimo grupo contemporáneo, para la  $j$ otaésima edad de la madre, para el  $k$ ésimo nivel de ganancia predestete y la  $l$ ésima ganancia de peso entre el destete y el año de edad.

$\mu$  - es la media poblacional de la característica en cuestión.

$GC_i$  - es el efecto del  $i$ ésimo grupo contemporáneo.  
 $i=1, \dots, 40$

$EM_j$  - es el efecto de la  $j$ otaésima edad de la madre.  
 $j=1, \dots, 8$

$GAD_k$  - es el efecto de la  $k$ ésima ganancia predestete.

$b_1$  - es el coeficiente de regresión para la covariable ganancia predestete.

$GPD1_l$  - efecto del  $l$ ésimo nivel de ganancia de peso entre el destete y el año de edad.

$b_2$  - es el coeficiente de regresión para la covariable ganancia posdestete.

$e_{ijk1}$  - es el efecto aleatorio del error asociado a cada observación.

$$E(e) = 0 \text{ y } e \sim N(0, \sigma^2 e)$$

A continuación se presentan los modelos utilizados para ambas razas.

### **Hereford**

$$P540a \quad P540 = GC + EM + b_1 \text{ (GAD)}$$

$$GPD2 \quad GPD2 = GC + EM + b_1 \text{ (GAD)}$$

### **Aberdeen Angus**

#### Pesos

$$P365 \quad P365 = GC + EM + b_1 \text{ (GAD)}$$

$$P540a \quad P540 = GC + EM + b_1 \text{ (GAD)}$$

$$P540b \quad P540 = GC + EM + b_1 \text{ (GAD)} + b_2 \text{ (GPD1)}$$

#### Ganancias

$$GPD1 \quad GPD1 = GC + EM + b_1 \text{ (GAD)}$$

$$GPD2 \quad GPD2 = GC + EM + b_1 \text{ (GAD)}$$

$$GPD3a \quad GPD3 = GC + EM + b_1 \text{ (GAD)}$$

$$GPD3b \quad GPD3 = GC + EM + b_1 \text{ (GAD)} + b_2 \text{ (GPD1)}$$

Una vez analizados los modelos se observó no solo la significancia de cada variable en el análisis tipo III (suma de cuadrados parciales dejando cada variable última) sino

también su significancia en el análisis tipo I (suma de cuadrados secuencial, respetando el orden de las variables en el modelo) y se observó si esta cambiaba de un análisis a otro.

En los casos en que esto sucedía se volvió a correr el modelo pero con las variables en diferente orden (salvo el GC que siempre se mantuvo como primer variable) y se volvieron a observar las significancias en ambos análisis.

En el caso que se observara que una variable estaba incluida en otra, se corrieron modelos donde se incluía una u otra de las variables involucradas, a manera de observar la eficiencia de los distintos modelos.

Con el objetivo de testar el comportamiento significativamente diferencial de la ganancia posdestete a distintos niveles de ganancia predestete, se analizaron los mismos modelos pero con la ganancia anterior al destete (GAD) y posdestete (GPD1) tratadas como una variable continua anidada dentro de clases de GAD o GPD1, para lo cual se formaron 4 grupos para cada variable.

Para la formación de las clases se puede utilizar el método de cuartiles o por desvíos estándar. Se optó por este último método, ya que el mismo permitía cubrir un mayor rango en las variables GAD y GPD1 en las clases intermedias (2 y 3) y además tenían menores errores estándar de los estimadores obtenidos para los coeficientes de regresión de cada clase.

## MODELO a MODIFICADO

$$Y_{1jk} = \mu + GC_1 + EM_j + GPRED_k + b_k GAD(GPRED)_{1j(k)} + e_{1jk}$$

donde:

$Y_{1jk}$ ,  $\mu$ ,  $GC_1$ ,  $EM_j$ ,  $e_{1jk}$  ya fueron definidos en la descripción de los modelos generales (a y b).

$GPRED_k$  - es el efecto de la késima ganancia anterior al destete.

$$k = 1, \dots, 4$$

$b_k$  - es el coeficiente de regresión para la covariable ganancia predestete para la

késima clase de ganancia anterior al destete.

$GAD(GPRED)_{ij(k)}$  - es el efecto de la ganancia anterior al destete anidado dentro de la késima clase de ganancia predestete.

Para el conjunto de datos Aberdeen Angus, además del modelo 1 modificado se utilizó el siguiente:

#### MODELO b MODIFICADO

$$Y_{ijk1} = \mu + GC_1 + EM_j + b_1 (GAD)_k + GPOS_1 + b_1 GPD1(GPOS)_{ijk(1)} + e_{ijk1}$$

donde:

$Y_{ijk1}$ ,  $\mu$ ,  $GC_1$ ,  $EM_j$ ,  $b_1(GAD)_k$ ,  $e_{ijk1}$ , ya fueron definidos en la descripción de los modelos generales.

$GPOS_1$  - es el efecto de la elésima ganancia anterior al destete.

$$l = 1, \dots, 4$$

$b_1$  - es el coeficiente de regresión para la covariable ganancia predestete para la elésima clase de ganancia posdestete.

$GPD1(GPOS)_{ijk(1)}$  - es el efecto de la GPD1 anidado dentro de la elésima clase de ganancia desde el destete al año.

Estos modelos permitieron la obtención de los coeficientes de regresión para cada clase de GAD y GPD1.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSION

En este capítulo serán discutidos los resultados de los análisis realizados a ambos conjuntos de datos (Hereford y Aberdeen Angus), mediante la utilización de los modelos de trabajo seleccionados.

Primero serán descriptos los modelos utilizados, para posteriormente pasar a analizar los efectos de cada variable incluida en los mismos, de modo de encontrar las relaciones biológicas que expliquen los resultados obtenidos.

### 4.1 DESCRIPCION GENERAL DE LOS MODELOS.

#### 4.1.1 Conjunto de datos Hereford

En el Cuadro No.9 se presentan los resultados obtenidos al analizar los modelos.

Cuadro No 9. Análisis de los modelos utilizados para la raza Hereford.

MODELO	P540	GPD2
Nº reg	1492	1492
Pr > F	.0001	.0001
R <sup>2</sup>	89.8	88.0
CV	7.93	17.43
GC	.0001	.0001
EM	.0026	.0001
GAD	.0001	.2672

continúa...

b <sub>1</sub>	.996	-.033
-----		
SC Total	7913015.8	6305437.8
SC GC	5550870.3	5480921.4
SC EM	11388.0	17755.8
SC GAD	589617.3	648.5
-----		

El análisis de significancia fué realizado en base a la suma de cuadrados parciales (tipo III).

En el Cuadro No.9, se observa que los modelos seleccionados presentan muy buenas características, ya que tienen un coeficiente de determinación elevado. Esto significa que los mismos son capaces de explicar una gran porción de la variabilidad total de los parámetros en cuestión a partir de los registros disponibles.

Por otra parte los modelos poseen un coeficiente de variación bajo, lo cual indica una adecuada adaptación de la recta del modelo a los datos reales.

Cabe observar que el coeficiente de variación del modelo utilizado para evaluar la ganancia de peso desde el destete al año y medio (GPD2) fue mayor que el utilizado para evaluar el peso al año y medio, debido ésto seguramente a la mayor variabilidad de este grupo de datos.

En el caso del peso a los 540 días, las tres variables independientes incluidas tuvieron un efecto significativo sobre el mismo.

A diferencia del modelo anterior, la ganancia posdestete (GPD2), fue afectada significativamente por el grupo contemporáneo y edad de la madre, no siendo así para la ganancia predestete.

El Cuadro No. 10 muestra las significancias del análisis tipo I además del tipo III. En el tipo I se respeta el orden de las variables incluidas en el modelo, de forma tal que el efecto de cada variable va a depender de la variable que la antecede.

Cuadro No.10. Efecto de las variables según orden y tipo de análisis.

Modelo	Variable	Sign. I	Sign. III
P540	EM	0.0001	0.0026
	GAD	0.0001	0.0001
GPD2	EM	0.0001	0.0001
	GAD	0.2672	0.2672
GPD2	GAD	0.0009	0.2572
	EM	0.0001	0.0001

En este cuadro se observa claramente cómo para la GPD2, la edad de la madre le quita significancia a la ganancia anterior al destete, ya que en el análisis tipo I, cuando esta está primera en orden, la misma tiene un efecto significativo sobre la variable en cuestión. En el caso de P540, ambas son significativas siempre, siendo difícil de encontrar alguna explicación biológica a estos resultados contrastantes entre ambas variables.

Por lo tanto, en caso de evaluar la ganancia desde el destete al año y medio es importante plantear modelos con una sola variable, o sea GAD o EM, ya que de otra forma estaría una de ellas quitándole significancia a la otra.

A continuación el Cuadro No.11 muestra las características de los modelos donde se incluyó una sola de estas dos variables.

Cuadro No. 11 Comparación de modelos incluyendo edad de la madre o ganancia de peso predestete.

MODELO		Pr>F	R <sup>2</sup>	CV	GC	EM	GAD
GPD2	EMAD	0.0001	88.0	17.4	0.0001	0.0001	-
GPD2	GAD	0.0001	87.7	17.6	0.0001	-	0.0001



En el mismo se observa , que ambos modelos se comportan en forma muy similar, por lo que la utilización de una u otra variable sería indiferente.

#### 4.1.2 Conjunto de datos Aberdeen Angus

En el cuadro No.12 se presentan los resultados obtenidos del análisis de los modelos para esta raza.

Cuadro No 12. Análisis de los modelos utilizados para la raza Aberdeen Angus.

MODELO	P365	P540a	P540b
Nº reg	271	844	229
Pr > F	.0001	.0001	.0001
R2	84.8	77.6	80.5
C.V	7.63	9.45	7.49
GC	.0001	.0001	.0001
EM	.090	.369	.642
GAD	.0001	.0001	.0001
b1	.831	.856	1.040
GPD1			.0001
b2			.730
SC Total	318613.3	1850644.2	380838.9
SC GC	96168.8	689695.9	62450.6
SC EM	2393.4	3962.2	1820.2
SC GAD	83366.5	231519.0	98435.3
SC GPD1			20086.5

continúa...

MODELO	GPD1	GPD2	GPD3a	GPD3b
Nº reg	271	844	229	229
Pr > F	.0001	.0001	.0001	.0001
R2	67.8	61.2	48.1	50.1
C.V	149.50	38.25	27.19	26.63
GC	.0001	.0001	.0001	.0001
EM	.183	.102	.249	.281
GAD	.0001	.0003	.134	.510
b1	-.175	-.145	.090	.040
GPD1				.004
b2				-.276
SC Total	136033.8	1040986.0	142936.3	142936.3
SC GC	88305.3	605951.9	64104.6	57534.7
SC EM	1765.3	6085.3	3211.9	2950.9
SC GAD	3696.2	6614.7	793.4	147.7
SC GPD1				2887.4

Para el análisis de este conjunto de datos se utilizaron más modelos que para Hereford, por poseer una estructura de registros más completa (más medidas de crecimiento posdestete).

Como se observa en el Cuadro No. 12., existen diferencias importantes entre los distintos modelos.

Cuando la variable evaluada fue peso a distintas edades (al año y a los 540 días), los modelos explicaron una gran porción de la variabilidad de dicha característica (alto coeficiente de determinación) y se ajustaron en forma adecuada a los datos reales (bajo coeficiente de variación).

A diferencia de éstos, cuando la variable analizada fue la ganancia de peso en distintas etapas, los modelos explicaron una porción menor de la variabilidad total y con un ajuste inferior a los datos reales.

Se debe hacer una referencia especial sobre el modelo en que la variable dependiente fue la ganancia de peso entre el destete y el año (GPD1). Este si bien explica una alta porción de la variabilidad total de dicha característica, no se adecua en forma aceptable a los datos reales, lo cual es mostrado por el elevado coeficiente de variación. La no adecuación puede deberse a que esta variable posee pocos registros (271) y con una alta variabilidad (-38 / +72).

La alta variabilidad observada en GPD1 se debe a que los animales en esta etapa de crecimiento son sometidos a un gran stress ambiental, ya que los mismos son destetados y enfrentados a un plano nutricional severo (pasturas naturales en invierno). Este período debería ser estudiado más en profundidad considerando períodos más cortos dentro de esta etapa. En el ítem sobre crecimiento predestete, se estudiará como cambia esta variable en función de diferentes niveles de crecimiento predestete.

El Cuadro No. 13 muestra la significancia para cada variable dentro de los modelos estudiados, en los dos tipos de análisis de varianza (secuencial y parcial).

Cuadro No. 13. Efecto de las variables según orden y tipo de análisis.

Modelo	Variable	Sign. I	Sign. III
P365	EM	0.0001	0.0905
	GAD	0.0001	0.0001
	GAD	0.0001	0.0001
	EM	0.0905	0.0905
P540a	EM	0.1034	0.3694
	GAD	0.0001	0.0001
P540b	EM	0.0001	0.6422
	GAD	0.0001	0.0001
	GPD1	0.0001	0.0001

continúa...

	GAD	0.0001	0.0001
	EM	0.5201	0.6422
	GPD1	0.0001	0.0001
	GPD1	0.0019	0.0001
	EM	0.0001	0.6422
	GAD	0.0001	0.0001
<b>GPD1</b>	EM	0.5491	0.1827
	GAD	0.0001	0.0001
<b>GPD2</b>	EM	0.0242	0.1020
	GAD	0.0003	0.0003
	GAD	0.0001	0.0003
	EM	0.1020	0.1020
<b>GPD3a</b>	EM	0.3493	0.2488
	GAD	0.1344	0.1344
<b>GPD3b</b>	EM	0.3250	0.2808
	GAD	0.1277	0.5101
	GPD1	0.0039	0.0039

-----

En el caso de P365, se observa claramente como la GAD le quita significancia a la EM, lo mismo sucede con el modelo de GPD2.

Para P540a, GPD1 y GPD3b no hay cambios de significancia según el orden, debido seguramente a que la EM no tiene efecto significativo en ninguno de los casos.

Por último están los modelos que incluyeron la GPD1, en este caso se observa como para P540 la GAD le quita efecto a la EM, pero no así el GPD1. También se observa que no hay interferencia entre GAD y GPD1. Por otro lado, para GPD3 no hay cambios de significancia en los 2 análisis ya que ni EM ni GAD tienen efectos significativos.

De estos resultados se concluye que sería conveniente plantear modelos para P365, P540b, GPD2, donde se incluyera solo EM o solo GAD, ya que ambas variables están relacionadas.

En el Cuadro No.14 se muestran los resultados de los modelos con 1 sola de las 2 variables.

Cuadro No.14 Comparación entre modelos incluyendo edad de la madre o ganancia de peso predestete.

MODELO		Pr>F	R <sup>2</sup>	CV	GC	EM	GAD	GPD1
P365	EMAD	0.0001	58.6	12.5	0.0001	0.0001	-	-
	GAD	0.0001	83.4	7.5	0.0001	-	0.0001	-
P540b	EMAD	0.0001	54.6	11.3	0.0001	0.0001	-	0.047
	GAD	0.0001	79.8	7.1	0.0001	-	0.0001	0.0001
GPD2	EMAD	0.0001	60.6	28.5	0.0001	0.0001	0.026	-
	GAD	0.0001	60.4	28.2	0.0001	-	0.0001	-

Se observa claramente que en este caso son más eficientes los modelos con GAD que con EM, excepto en el caso de GPD2 donde la eficiencia es similar. Cabe recordar que los modelos con regresiones ajustan más que con variables clasificatorias.

#### 4.2 EFECTO DEL GRUPO CONTEMPORANEO

El grupo contemporáneo tuvo un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) sobre todas las variables estudiadas, como se observa en los Cuadros No. 9. y No. 12. El mismo fue la variable más importante en todos los modelos, explicando una gran porción de la variabilidad de los registros (suma de cuadrados), excepto para el modelo P540b de la raza Aberdeen Angus.

Estos resultados coinciden con los planteados por numerosos autores que han estudiado dichos efectos y sus interacciones, constatando que los mismos afectaban significativamente distintos parámetros del crecimiento posdestete (Nicoll y Rae, 1968; Kress, 1977; Rahnefeld et al., 1987; Preinsinger y Kalm, 1988; Tewolde, 1988; Talavera, 1989; Winroth, 1990; Bailey, 1991).

La relevancia del efecto del grupo contemporáneo, es fácil de entender si consideramos que se están comparando

animales expuestos a condiciones ambientales muy diferentes. Como es sabido en años secos con baja producción de forraje el crecimiento de los animales en pastoreo se ve restringido. A su vez aquellos animales nacidos muy tarde en la estación de parición son destetados con un menor desarrollo en el otoño, sufriendo más la adversidad invernal. Por otra parte existen diferencias muy marcadas en el crecimiento de animales criados en establecimientos diferentes, sometidos a distintos tipos de manejo (esto se observa claramente en el Cuadro No.7).

Es también sabido que los machos experimentan mayor crecimiento que las hembras, logrando pesos mayores en los distintos momentos considerados. Es importante destacar que dadas las condiciones de producción nacionales, se hace difícil obtener datos de las diferencias reales entre los dos sexos, ya que los animales son separados al destete y manejados en distintos rodeos. Es así que cuando se estiman las diferencias, se está incluyendo dentro del efecto sexo, el efecto del lote.

Como era de esperar entonces, los efectos del año de nacimiento, sexo del animal, estación de nacimiento, rodeo y sus interacciones tuvieron gran importancia en explicar la variabilidad para todas las características posdestete estudiadas en ambas razas.

#### **4.3 EFECTO DE LA EDAD DE LA MADRE**

Este efecto fue incluido en el modelo con el fin de evaluarlo en nuestras condiciones de producción, ya que la bibliografía internacional plantea resultados divergentes, y no existe suficiente información nacional que permita llegar a conclusiones claras sobre el mismo.

Por otra parte, de la revisión bibliográfica surgió la inquietud de que esta variable podría estar afectando en forma importante el crecimiento posdestete de animales en condiciones de producción extensivas.

Los efectos de la edad de la madre fueron diferentes en ambos conjuntos de datos.

##### **4.3.1 Conjunto de datos Hereford**

De los análisis resultó que la edad de la madre afectó significativamente las dos características de crecimiento posdestete evaluadas (Cuadro No.9), coincidiendo con los trabajos de Alenda y Martin (1987), Elzo et al. (1987), Tewolde (1988), Talavera (1989), Reynolds (1991), Baker et

al. (1991), Meyer (1992).

Sin embargo, este efecto fue el menos importante de las tres variables incluídas en el modelo, presentando la menor suma de cuadrados parciales (Cuadro No.9).

En el Cuadro No. 15 se muestra la media corregida para los dos modelos utilizados, para cada edad de la madre.

Cuadro No.15 Medias corregidas para los dos modelos utilizados.

EDAD DE LA MADRE (años)	P540a media (kg)	GPD2 media (kg)
3	303.3 a	138.4 a
4	297.9 b	131.3 b
5	298.8 b	131.5 b
6	297.8 b	129.5 b
7	296.9 b	129.0 b
8	295.0 b	127.1 b
9	299.2 b	131.1 b

P < 0.05.

En el mismo se observa que los animales hijos de madres de 3 años de edad tuvieron ganancias posdestete superiores que hijos de madres de edad más avanzada. Lo mismo sucedió con el peso a los 540 días, siendo los hijos de madres de 3 años más pesados que los de madres mayores. Por otra parte, no hubo diferencias significativas entre el resto de las clases de edad de las madres, para ninguna de las dos variables estudiadas.

Dadas las diferencias observadas, se volvieron a analizar los modelos pero con la edad de la madre dividida en dos clases: madres de 3 años y madres de mayor edad, siendo los resultados obtenidos presentados en el Cuadro No. 16.

Cuadro No.16. Relación entre el crecimiento posdestete y la edad de la madre.

EDAD DE LA MADRE	P540 (kg)	GPD2 (kg)
3 años	304.3 a	138.3 a
4,5,6,7,8,9 años	297.8 b	130.2 b

P < 0.05

Se observó que los terneros hijos de madres de 3 años, tuvieron promedialmente una ganancia de peso desde el destete hasta el año y medio 8,1 kilos superior a los hijos de madres mayores (4 a 9 años).

De igual modo los hijos de madres de 3 años fueron 6.5 kilos más pesados a los 540 días que los hijos de madres adultas.

Como es sabido, hijos de madres muy jóvenes presentan un menor crecimiento anterior al destete, como consecuencia principalmente de una menor producción de leche de su madre (Talavera, 1989).

Por lo tanto un mayor crecimiento posdestete de los animales hijos de madres más jóvenes (3 años), podría ser explicado por un crecimiento compensatorio en algún momento del período posdestete considerado.

Estos resultados coinciden con los presentados por Alenda y Martin (1987), Elzo et al. (1987), Talavera (1989), Preisinger y Kalm (1990), Lewis (1990); los cuales sugieren que el efecto materno se manifestó a través de un crecimiento compensatorio durante la fase posdestete.

#### 4.3.2 Conjunto de datos Aberdeen Angus

La edad de la madre no afectó significativamente (P<0.05) ninguna de las variables estudiadas (Cuadro No.12), lo cual coincide con los resultados presentados por Bourdon y Brinks (1982), Clutter y Nielsen (1987), Rahnefeld et al. (1987), Mrode y Thompson (1990), Liu y Makarechian (1993), así como las recomendaciones realizadas por la BIF (1986).

Es importante señalar que si bien al exigirle una



$P < 0.05$  el efecto no fue significativo sobre ninguna de las variables, en el caso del modelo utilizado para evaluar el peso al año fue el que estuvo más cerca del límite exigido ( $Pr < F = 0.0905$ ).

#### 4.3.3 Discusión general

Como se ha observado, el efecto de la edad de la madre sobre el crecimiento posdestete fue distinto en ambas razas.

Esta diferencia entre los dos conjuntos de datos, difieren de los resultados esperados surgidos de la revisión bibliográfica y del análisis primario de los registros disponibles. Se presumía que la edad de la madre tendría un efecto significativo sobre los dos grupos de datos, y que en caso de no serlo para alguno de ellos, lo sería para el grupo Hereford.

Esta hipótesis fue basada en que diversos autores (Clutter y Nielsen, 1987; Lewis et al., 1987; Brown et al., 1993) plantean que el efecto materno depende del nivel nutricional, principalmente en la etapa posdestete, y que según los registros disponibles los animales Aberdeen Angus son sometidos a un régimen alimenticio más restrictivo que los Hereford (Cuadros No.4 y No.6).

Obviamente los resultados obtenidos difieren de los esperados, siendo una posible explicación que los menores pesos de los animales Aberdeen Angus fuesen simplemente por un menor tamaño adulto de esta raza respecto a la Hereford (más pesados) y no implique esto una alimentación más restringida.

Otra posibilidad podría ser que al tener la raza Aberdeen Angus una habilidad materna mayor que la raza Hereford, existiese una menor dependencia de los terneros respecto a su madre en etapas posteriores al destete.

Cabe agregar que estas diferencias podrían deberse a otras causas no conocidas, como podría ser diferente manejo de los rodeos, diferentes proporciones de machos y hembras en ambos grupos, etc.

Observando ambos conjuntos de datos se puede concluir que, la edad de la madre no afectó en forma importante el crecimiento posdestete de los animales estudiados. Una causa podría ser, que los niveles de alimentación posteriores al destete no sean suficientes para manifestar crecimiento compensatorio.

#### 4.4 EFECTO DEL CRECIMIENTO PREDESTETE

Considerando que distintos autores coinciden en que existe una relación entre el crecimiento pre y posdestete, y que algunos de ellos afirman que dicha relación aumenta cuando el primer período se desarrolla bajo condiciones de producción restrictivas (como sucede en la producción nacional), ésta variable fue incluida en los modelos utilizados.

##### 4.4.1 Conjunto de datos Hereford

La ganancia de peso predestete afectó significativamente ( $P < 0.05$ ) el peso a los 540 días. El hecho de haber dado significativo constata que existe una relación entre ambas fases de crecimiento (pre y posdestete), coincidiendo con los resultados obtenidos por Bourdon y Brinks, 1982; Allenda y Martin, 1987; Clutter y Nielsen, 1987; Tewolde, 1988; Lewis, 1990; Winder, 1990.

La ganancia predestete fue incluida en el modelo para evaluar P540 como una variable continua, cuyo coeficiente de regresión estimado fue  $0.996 \pm 0.03$ . El coeficiente positivo indica que los animales con mayor crecimiento predestete fueron más pesados a los 540 días que aquellos que tuvieron un menor crecimiento para la misma fase.

Contrariamente, la ganancia predestete no tuvo un efecto significativo sobre la ganancia posdestete. Esto podría deberse a que el efecto de la edad de la madre le esté quitando significancia a la ganancia predestete, por ser una porción de la misma (ver Cuadro No. 10). En este modelo, la ganancia anterior al destete presentó un coeficiente de regresión de  $-0.033 \pm 0.03$ .

A los efectos de esclarecer la relación entre ambos períodos de crecimiento, se agruparon en distintas clases animales con diferentes niveles de ganancia predestete.

Posteriormente, se observó el comportamiento de los distintos grupos durante la fase posdestete, para los dos parámetros evaluados, los resultados obtenidos son presentados en el Cuadro No. 17 y Gráficas 1 y 2.

Cuadro No. 17. Análisis de los modelos dentro de diferentes clases de ganancia de peso predestete.

GAD(kg)	GPD2			P540a		
	x	b <sub>1</sub>	std.	x	b <sub>1</sub>	std.
< 109	129.7	-0.04	0.14	256.6	1.02	0.14
109 - 135	133.7	-0.04	0.14	288.3	0.96	0.14
136 - 162	131.7	-0.18	0.14	305.0	0.86	0.15
> 162	128.9	-0.12	0.16	326.0	0.87	0.17
Nivel error	0.78			0.72		

P<0.05

Los mismos indican que la relación entre la ganancia pre y posdestete no varía entre los grupos de animales con diferentes niveles de ganancia predestete, ya que las clases consideradas no difieren significativamente entre sí (esto se constató al observar que sus intervalos de confianza se solapan, lo cual se refleja en un elevado nivel de error).

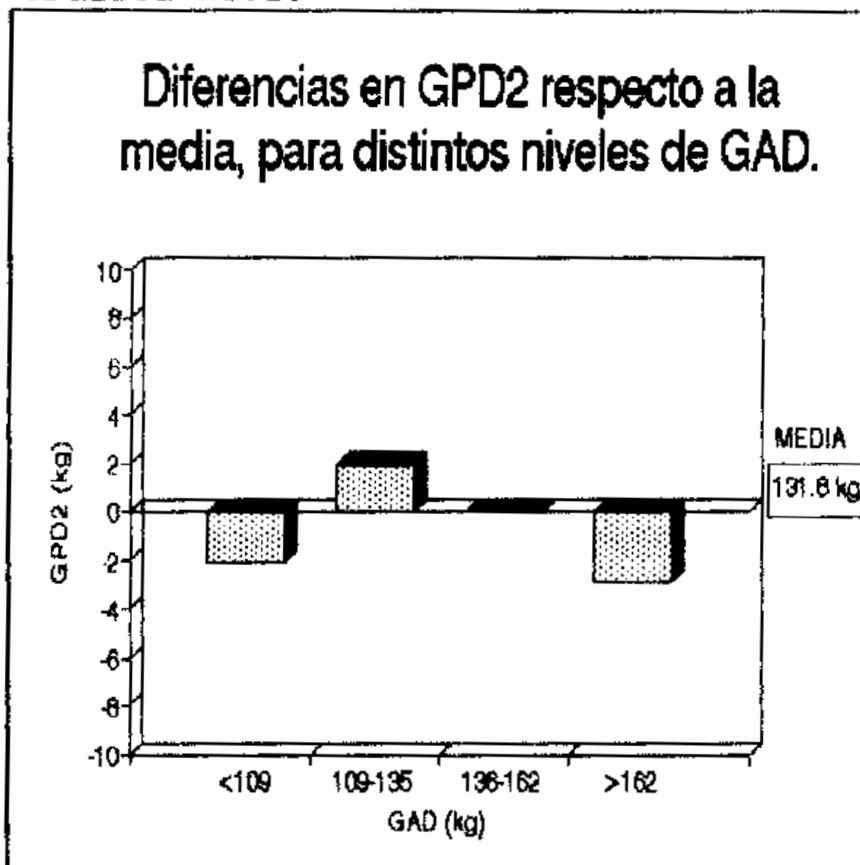
Los coeficientes de regresión de cada clase muestran que hay cierta tendencia de que los animales con ganancias anteriores al destete superiores tengan un mayor efecto negativo de la misma sobre GPD2. Los coeficientes no son estadísticamente distintos entre sí.

El efecto de la ganancia predestete sobre el P540 fue un poco más marcada, pero tampoco fueron significativas las diferencias entre las clases consideradas. Sin embargo se observa una tendencia de los animales que presentaron mayores ganancias predestete a ser los más pesados al año y medio de edad.

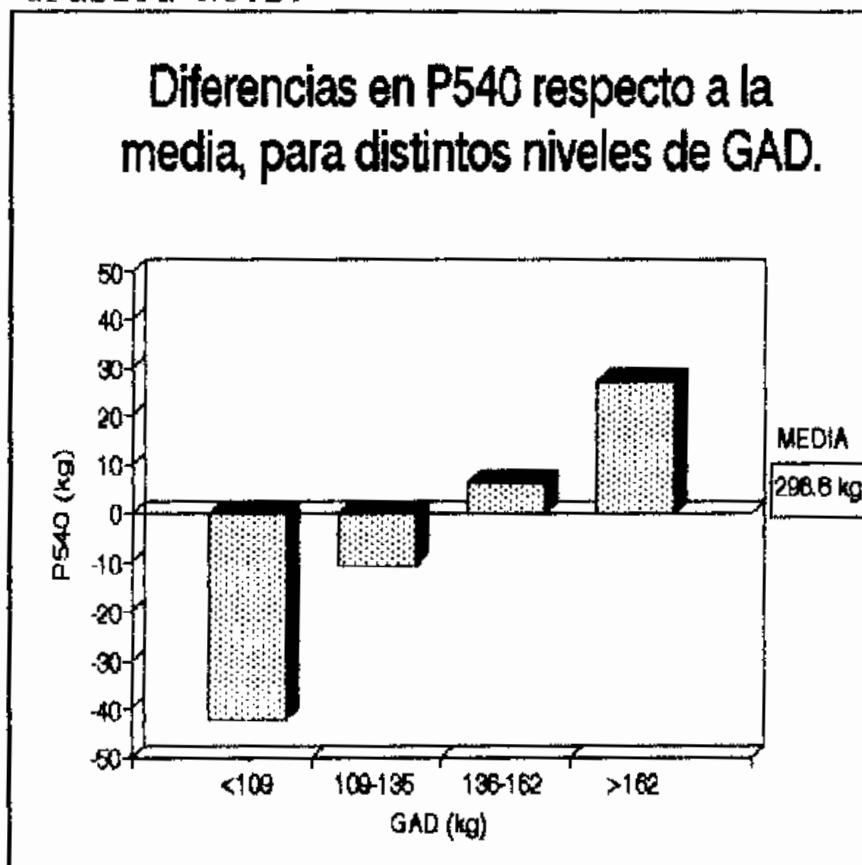
Con respecto a los coeficientes de regresión, éstos son mayores que para GPD2, pero sus diferencias no son significativas ya que sus respectivos intervalos de confianza se solapan.

Estos resultados indicarían que si bien hay efecto de la ganancia anterior al destete sobre el peso a los 540 días, esta no difiere entre las diferentes clases. Sin embargo cabe observar una leve tendencia a que el efecto de GAD sobre P540 es mayor a menores niveles de ganancia predestete.

Gráfica No.1.



Gráfica No.2.



Cabe aclarar que no se detectaron diferencias cuando las clases fueron definidas como en este caso. Tal vez otra forma de agrupar los animales den resultados diferentes a los obtenidos.

Por lo tanto, el hecho de haber afectado la ganancia predestete significativamente el peso a los 540 días pero no a la ganancia de peso posdestete, sumado a que la edad de la madre interfiere en uno solo de ambos modelos, hacen a la relación entre ambas fases de crecimiento poco clara.

#### 4.4.2 Conjunto de datos Aberdeen Angus

En este grupo de datos es posible estudiar la relación entre ésta etapa de crecimiento y el crecimiento posdestete, así como entre distintas fases de esta última etapa (GPD1, GPD2, GPD3, P365, P540).

La ganancia predestete afectó significativamente ( $P < 0.05$ ) el peso al año, a los 540 días y la ganancia de peso desde el destete al año y desde el destete a los 540 días.

Contrariamente, ésta no afectó significativamente ( $P < 0.05$ ) a la ganancia de peso entre el año y los 540 días (GPD3).

Aparentemente, el hecho de que la ganancia predestete tenga un efecto significativo sobre la ganancia desde el destete al año y medio (GPD2), se debe a un efecto arrastrado de la misma sobre la ganancia de peso entre el destete y el año (GPD1).

En el Cuadro No. 12 se pueden observar los distintos coeficientes de regresión estimados para la ganancia predestete ( $b_1$ ) al analizar los diferentes modelos.

Cuando la variable estudiada fue el peso (tanto al año como a los 540 días) el coeficiente de regresión fue positivo y cercano a 1, esto significa que los animales por cada kilo más de ganancia predestete alcanzaron prácticamente un kilo más de peso en ambas edades.

A diferencia de éstos, cuando la variable estudiada fue la ganancia de peso, y el efecto de la ganancia predestete fue significativo, los coeficientes de regresión estimados fueron negativos y más bajos (-.175; -.145). Estos estarían indicando que los animales ganarían 175 gramos menos desde el destete al año de edad por cada kilo más ganado en la etapa predestete. Y que, los animales estarían ganando 145 gramos menos desde el destete a los 540 días por cada kilo más ganado en la etapa predestete.

Esta relación negativa entre ambas ganancias de peso (pre y posdestete) estaría indicando la presencia de un crecimiento compensatorio durante el posdestete, coincidiendo con los trabajos de Bourdon y Brinks (1982), Elzo (1987), Clutter y Nielsen (1987), Talavera (1989), Lewis (1990). Este mayor crecimiento durante la fase posdestete de aquellos animales con menores ganancias anteriores a este momento, no es suficiente como para compensar el menor peso inicial (peso al destete) e igualar los pesos a edades mayores (peso al año y peso a los 540 días).

Obviamente los coeficientes de regresión para los modelos en que la ganancia predestete no tuvo un efecto significativo, fueron muy cercanos a cero.

Así como la relación entre la etapa de crecimiento pre y posdestete, se analizó también la relación entre algunas etapas del crecimiento posdestete.

En el Cuadro No.12 se observa que la ganancia de peso entre el destete y el año (GPD1), afectó significativamente el peso a los 540 días de edad, y la ganancia de peso entre el año y los 540 días (GPD3b).

Cabe aclarar que la inclusión de esta variable (GPD1) en el modelo GPD3b le quitó significancia a la ganancia predestete sobre la variable estudiada. Esto era de esperar ya que la relación existente entre las etapas de crecimiento posdestete es mayor que la existente entre las etapas de crecimiento pre y posdestete.

En el caso del modelo P540b, tanto la ganancia predestete como la posdestete incluídas, tuvieron un efecto significativo sobre esta variable. La explicación de estos resultados estaría en que GPD1 está muy cerca a GPD3 en el tiempo, haciendo que la relación entre GPD1 y GPD3 sea muy alta, quitándole así importancia a la ganancia predestete (GAD)(ver Cuadro No. 8). Esto no ocurriría cuando la variable en estudio es el peso a los 540 días ya que la relación de ésta con GPD1 no es tan marcada como para restarle importancia al efecto de la ganancia predestete hasta hacerlo no significativo.

Observando el Cuadro No. 12, vemos que el coeficiente de regresión estimado para GPD1 ( $b_2$ ) en el modelo P540b es positivo y alto (0.73). Esto significa que por cada kilo más ganado desde el destete al año, los animales promediamente pesaron 730 gramos más a los 540 días.

A diferencia de éste, en el modelo en que la variable estudiada es la ganancia de peso entre el año y los 540 días de edad (GPD3b), el coeficiente de regresión estimado para GPD1 fue más bajo y negativo (-0.276).

Este coeficiente estaría indicando que promedialmente por cada kilo más ganado entre el destete y el año, los animales presentarían una ganancia de peso 276 gramos menor desde el año hasta los 540 días de edad (GPD3), manifestándose un crecimiento compensatorio para los animales con menor crecimiento en la primer etapa.

Las variables ganancia predestete y ganancia entre el destete y el año, fueron divididas en clases y analizados nuevamente aquellos modelos en que éstas tuvieran un efecto significativo, de modo de observar más claramente su relación con las variables dependientes estudiadas.

En el cuadro No. 18 y gráficas 3 y 4 son presentados los pesos promedios al año y a los 540 días para animales con distintos niveles de ganancia predestete.

Ni las medias ni los coeficientes de regresión difieren significativamente entre las distintas clases. Esto se observó al construir los intervalos de confianza para ambos parámetros. Si bien no hubo diferencias significativas entre las clases, se puede observar una tendencia a que el coeficiente de regresión sea menor al disminuir el nivel de ganancia predestete.

El Cuadro No. 19 muestra las ganancias de peso promedio para animales con diferentes niveles de ganancia predestete, así como los coeficientes de regresión para cada clase.

Cuadro No. 18. Relación entre el crecimiento predestete y distintos pesos posdestete.

GAD	P365			P540a		
	x	b <sub>1</sub>	std	x	b <sub>1</sub>	std
<105	163.5	0.20	0.36	237.9	0.58	0.23
105-129	181.2	0.65	0.23	248.2	1.07	0.19
130-154	187.3	0.74	0.19	248.3	0.83	0.21
>154	181.6	1.02	0.16	236.8	1.08	0.19
Nivel de error	0.08			0.23		

continúa...

P540b

	x	b <sub>1</sub>	std
<105	224.4	0.70	0.57
105-129	254.7	1.34	0.35
130-154	247.4	1.09	0.28
>154	241.2	1.14	0.23

Nivel de error 0.85

P< 0.05.

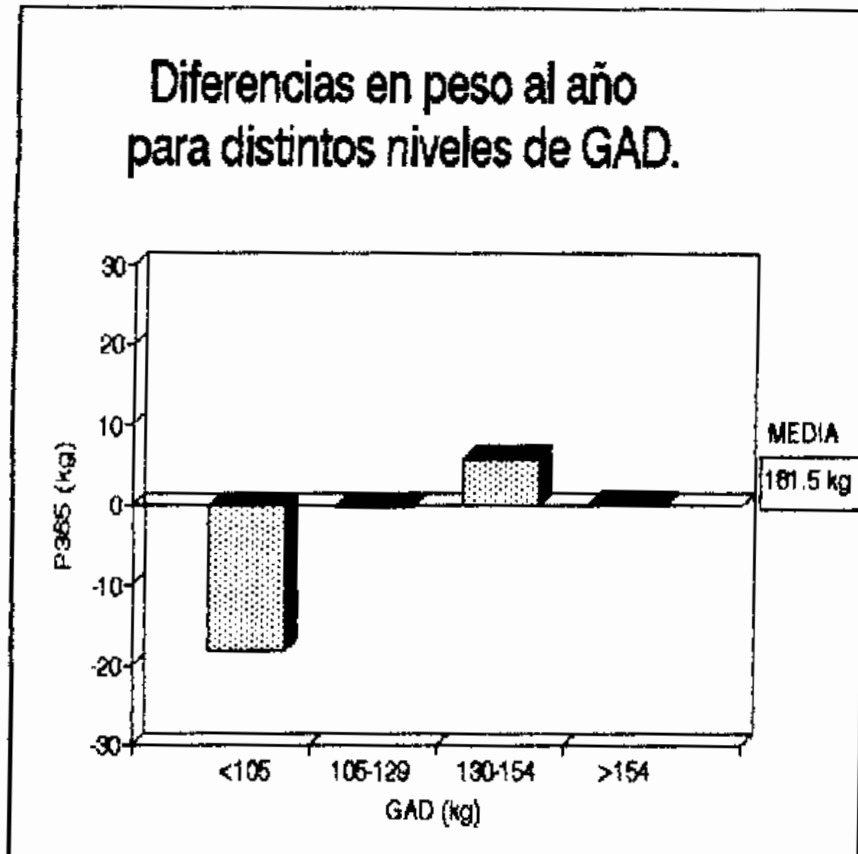
Cuadro No. 19. Relación entre el crecimiento predestete y ganancias de peso postdestete.

GAD	GPD1			GPD2		
	x	b <sub>1</sub>	std	x	b <sub>1</sub>	std
<105	-9.47	-0.80	0.34	74.7	-0.46	0.22
105-129	8.58	-0.38	0.22	86.3	0.03	0.18
130-154	14.09	-0.23	0.18	86.7	-0.21	0.21
>154	8.19	0.05	0.15	73.6	0.12	0.18

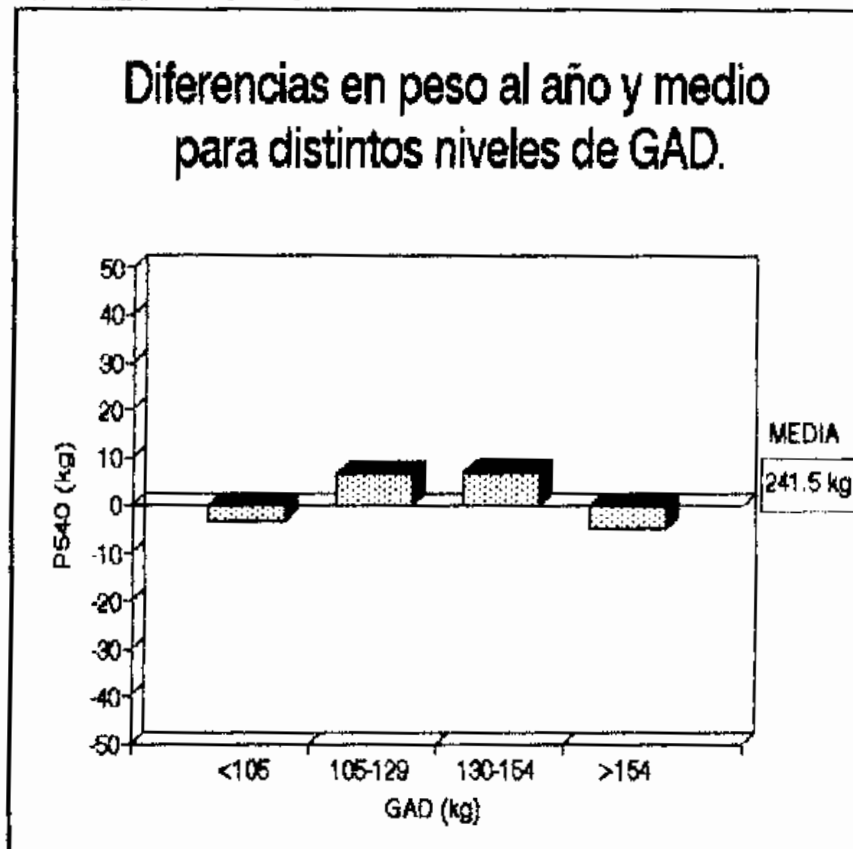
P< 0.05.



Gráfica No.3.



Gráfica No.4.



Al igual que con los pesos, la relación entre las ganancias pre y posdestete es poco clara, no existiendo diferencias significativas entre ninguno de los estratos considerados. Los resultados más claros se observan en la ganancia entre el destete y el año (GPD1), donde los estratos de GAD inferiores tienden a tener coeficientes de regresión para GPD1 más negativos, mostrando una tendencia a un crecimiento compensatorio cuando las ganancias anteriores al destete son más bajas. En el caso de la clase con ganancias anteriores al destete superiores, habría una tendencia a que no se diera el efecto de crecimiento compensatorio.

En el caso de GPD2 no hay diferencias estadísticas entre las medias y los coeficientes de regresión, no observándose además ninguna tendencia para las distintas clases.

Obviamente la ganancia de peso entre el destete y los 540 días, al incluir este período las dos etapas anteriores (GPD1 y GPD3), arroja resultados intermedios entre ambas fases, pero con una mayor influencia de la ganancia desde el destete al año de edad. Por lo tanto la ganancia entre el destete y los 540 días parecería disminuir a medida que aumenta la ganancia predestete.

De la información presentada en los Cuadros No. 18, No. 19 y gráficas No.3,4,5 y 6, se puede concluir, que hay cierto crecimiento compensatorio entre el destete y el año de edad de aquellos animales que tuvieron menores ganancias predestete, siendo aparentemente este fenómeno más marcado en animales con ganancias antes del destete inferiores a 105 kilos y siendo menos importante a medida que aumenta las ganancias en este período.

Otro concepto importante, es que este crecimiento compensatorio no es suficiente para compensar las diferencias de peso inicial (al destete), siendo por lo tanto los animales con menores ganancias predestete más livianos al año y a los 540 días, a pesar de sus mayores ganancias durante el destete y el año. Estos resultados coinciden con los presentados por Bourdon y Brinks (1982), Alenda y Martin (1987), Clutter y Nielsen (1987), Elzo et al.(1987), Talavera (1989), Lewis et al.(1990), Preinsiger y Kalm (1990), Reynolds et al.(1991).

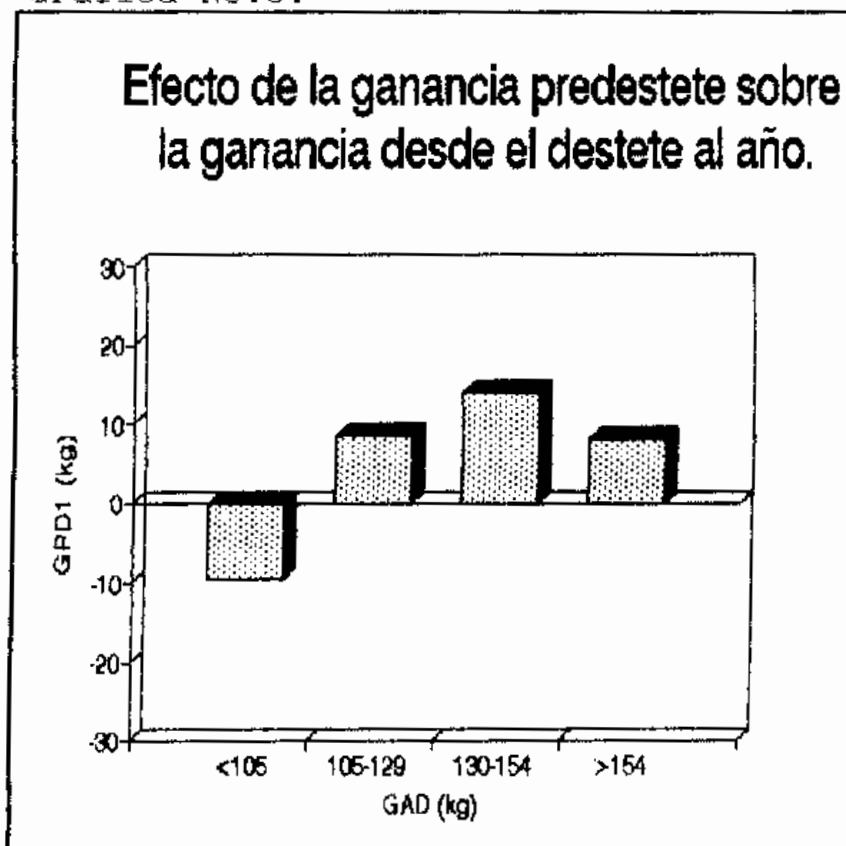
Finalmente se planteó estudiar el comportamiento de los animales desde el año hasta los 540 días, según sus ganancias de peso entre el destete y el año. Los resultados obtenidos son presentados en el Cuadro No. 20.

Si bien las diferencias no son claras, ya que no son significativas entre ninguna de las clases consideradas ,

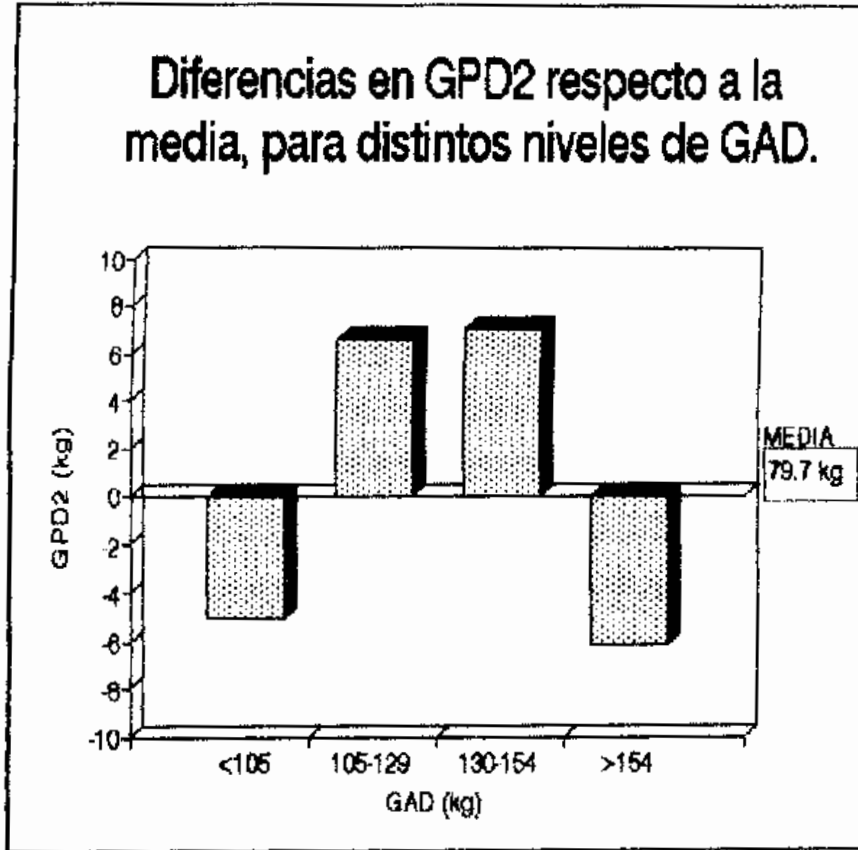
se observa una leve tendencia a que aquellos animales que tuvieron menores pérdidas o mayores ganancias de peso entre el destete y el año, lograron un mayor crecimiento en el periodo siguiente (desde el año a los 540 días). Esto se observa tanto para P540 como para GPD3. En el caso del coeficiente de regresión, para P540 se observa como este disminuye a medida que empeoran las ganancias desde el destete al año. Para GPD3, el coeficiente de regresión va disminuyendo (si bien nunca se dejan de solapar los intervalos de confianza) a medida que disminuye el GPD1, lo que estaría mostrando cierto crecimiento compensatorio en las clases con menores ganancias desde el destete al año de edad.

Cabe aclarar que estos resultados están muy condicionados a los criterios que se utilizaron para formar las clases. Si se modificase el número de clases o el criterio de división, tal vez los resultados diferirían en alguna medida.

Gráfica No.5.



Gráfica No.6.



Cuadro Nº 20. Relación entre distintos períodos de crecimiento posdestete.

GPD1	P540			GPD3		
	x	b <sub>1</sub>	std	x	b <sub>1</sub>	std
< -14	230.3	0.20	0.47	38.8	-1.04	0.46
-14 a 7	243.2	0.63	0.34	60.0	-0.38	0.33
8 a 29	235.1	1.83	0.51	52.2	0.72	0.49
>29	237.5	1.27	0.32	54.8	0.27	0.32

P < 0.05.

En resumen, vemos que al igual que la relación observada anteriormente entre la etapa predestete y desde el destete al año, hay también cierta relación de dependencia entre el crecimiento a partir del año de edad y anterior a este momento.

Parecería que existiese una relación entre dos etapas de crecimiento consecutivas, manifestándose un crecimiento compensatorio en determinada fase, de aquellos animales que tuvieron restringido su crecimiento en momentos anteriores.

#### 4.4.3 Discusión general

En resumen, en ambos conjuntos de datos se observó un efecto importante de la ganancia de peso predestete sobre el crecimiento posdestete. Estos efectos se observaron más claramente en el caso del conjunto Aberdeen Angus por poseer este más medidas durante la fase de crecimiento posdestete.

Por otra parte se constató que la relación entre estas dos fases de crecimiento no varió para distintos niveles de ganancia predestete.

Se evidenció también una relación entre etapas sucesivas del crecimiento posdestete.

La relación entre las distintas fases de crecimiento, se manifestó en algunos casos con un crecimiento compensatorio de aquellos animales que tuvieron restringido el mismo en momentos anteriores.

## 5 CONCLUSIONES

Como se ha observado durante la discusión, los resultados obtenidos a partir del análisis de ambos conjuntos de datos presentan marcadas diferencias.

Pese a ésto, se observa en ambos que el grupo contemporáneo es el efecto más importante en todos los parámetros de crecimiento posdestete evaluados. De esta forma se remarca la necesidad de prestar especial atención al momento de definir los mismos, tratando de agrupar a los animales en base a todos los efectos ambientales comunes a que son sometidos (conocidos).

En un menor grado que el grupo contemporáneo, la ganancia de peso predestete afectó en forma importante los parámetros de crecimiento posdestete evaluados, a través de un crecimiento compensatorio durante la fase posdestete.

También se observó que cuando es posible utilizar datos sobre crecimiento posdestete, los mismos ayudan en forma importante a explicar la respuesta en etapas posteriores del crecimiento, ya que existe una relación entre dos etapas de crecimiento sucesivas.

A diferencia de los tres efectos ya mencionados, la importancia de la edad de la madre no es clara, ya que su efecto varió en forma importante para ambos conjuntos de datos. Sin embargo, se puede concluir que su efecto en ningún caso ha sido de gran importancia, ya que la misma logró una mejora leve en aquellos modelos en que fue incluida.

Con el objetivo de hacer una valoración de la importancia de los distintos factores ambientales estudiados, al momento de evaluar distintos parámetros de crecimiento posdestete, se presenta a continuación el cuadro No.21.

Cuadro No.21. Importancia de los distintos factores ambientales.

Característica	GC	EM	GAD	GPD1
peso al año	*****	*	***	
peso a los 540 días	*****	*	***	***
ganancia destete-año	*****	*	***	
ganancia destete-540 días	*****	*	***	***
ganancia año-540 días	*****			***

En resumen, de este trabajo se puede concluir que existen una serie de efectos ambientales que están incidiendo diferencialmente sobre la expresión fenotípica de características de crecimiento posdestete.

Por lo tanto al momento de evaluar genéticamente a los animales, dichos efectos deben ser considerados.

Sería necesario profundizar más estudios sobre el efecto de la edad de la madre y otros no considerados en este trabajo (ej: efecto lote, etc).

Es importante considerar estas relaciones al momento de evaluar genéticamente los animales para distintas característica de crecimiento (pesos y ganancias), debiendo ser consideradas como un factor externo que enmascara la expresión genotípica de los mismos.

## 6 RESUMEN

El objetivo de este trabajo consistió en estudiar los efectos de distintos factores ambientales sobre el crecimiento posdestete en bovinos de carne. Los factores ambientales considerados fueron: año, sexo, estación de parición, rodeo (agrupados éstos dentro del grupo contemporáneo), edad de la madre al parto, y el efecto de la ganancia de peso predestete. Para ello se partió de 2500 registros tomados durante 16 años, pertenecientes a rodeos de las razas Hereford y Aberdeen Angus.

Los parámetros de crecimiento posdestete considerados fueron el peso al año, peso a los 540 días, y las ganancias de peso entre éstos diferentes momentos.

Los resultados obtenidos muestran que el grupo contemporáneo fue el efecto más importante de todos los incluidos en los modelos. La ganancia de peso anterior al destete también afectó en forma importante, manifestándose un crecimiento compensatorio durante la fase posdestete de aquellos animales que presentaron un menor crecimiento anterior al destete. Esta misma relación se observó también entre sucesivas etapas del crecimiento posterior al destete. A diferencia de los dos efectos ya mencionados, la edad de la madre al parto no afectó en forma importante ninguno de los parámetros de crecimiento posdestete estudiados.



## 7 SUMMARY

The effects of contemporary groups, age of the dam at calving and gain before weaning on post-weaning growth in beef cattle were studied. A contemporary group was defined as the set of animals with the same herd, year, season and sex. The weights and gains considered were: weight at 1 year, weight at 540 days, gain between weaning and one year and gain between weaning and 540 days.

2500 registers taken in a period of 16 years from Hereford and Aberdeen Angus breeds were used.

The most important effect on the post-weaning traits studied was the contemporary group followed by gain of weight before weaning while the age of the dam at calving was not important. The animals that had gained less during the pre-weaning period showed a compensatory growth during the post-weaning phase. The same relationship was observed between two successive post-weaning phases.

## 8 BIBLIOGRAFIA

1. AARON J.D., BENYSHEK L.L., y MABRY J.W. 1985. Direct and correlated response to yearling weight selection in Hereford cattle using nationally evaluated sires. *Journal of Animal Science*, 61 (6):1335-1344.
2. ALENDA R., Y MARTIN T.G. 1987. Genetic parameters and consequences of selection for growth traits in a beef herd selected for yearling weight. *Journal of Animal Science*, 64 (2):366-372.
3. BAILEY C.M., DAVID P.J., DOW J.S., RINGKOB T.P. y SPETH C.F. 1982. Growth and compositional characteristics of young bulls in diverse beef breeds and crosses. *Journal of Animal Science*, 55 (4):787-796.
4. BAILEY D.R.C., GILBERT R.P., y LAWSON J.E. 1991. Postweaning growth of unselected Hereford and Angus cattle fed two different diets. *Journal of Animal Science*, 69 (6):2403-2412.
5. BAKER R.L., MORRIS C.A., JOHNSON D.L., HUNTER J.C., Y HICKEY S.M. 1991. Results of selection for yearling or 18-month weight in Angus and Hereford cattle. *Livestock Production Science*, 29:277-296.
6. BEEF IMPROVEMENT FEDERATION. 1986. Guidelines for uniform beef improvement programs. Washington, USDA. 99 p.
7. BERG R.T., Y BUTTERFIELD R.M. 1979. Nuevos conceptos sobre el desarrollo de ganado vacuno. García de Siles J.L., y Eraso Luca de Tena, Zaragoza, Acribia. 297 p.
8. BOURDON R.M., Y BRINKS J.S. 1982. Genetic, environmental and phenotypic relationships among gestation length, birth weight, growth traits and age at first calving in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 55 (3):543-553.
9. BOURDON R.M. 1984. Beef cattle breeding. *Angus Journal*, 6:96-101.

10. BROWN M.A., BROWN H.A., JACKSON W.G., MIESNER J.R. 1993. Genotype X environmental interactions in postweaning performance to yearling in Angus, Brahman, and reciprocal cross calves. *Journal of Animal Science*, 71 (12):3273-3279.
11. BRINKS J.S., CLARK R.T., KIEFFER N.M., QUESENBERRY J.R. 1962. Genetic and environmental factors affecting performance traits of Hereford bulls. *Journal of Animal Science*, 21:777-780.
12. BUCHANAN D.S., NIELSEN M.K., KOCH R.M., Y CUNDIFF L.V. 1982. Selection for growth and muscling score in beef cattle. I. Selection applied. *Journal of Animal Science*, 55 (3):516-525.
13. BUCHANAN D.S., NIELSEN M.K., KOCH R.M., Y CUNDIFF L.V. 1982. Selection for growth and muscling score in beef cattle. II. Genetic parameters and predicted response. *Journal of Animal Science*, 55 (3):526-532.
14. CARTER A.H., MORRIS C.A., BAKER R.L., BENNETT G.L., JOHNSON D.L., HUNTER J.C., HICKEY S.M. 1990. Long-term selection for yearling weight or post weaning gain in Angus cattle. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 33:49-61.
15. CLUTTER A.C., Y NIELSEN M.K. 1987. Effect of level of beef cow milk production on pre and postweaning calf growth. *Journal of Animal Science*, 64:1313-1322.
16. DENISE S.K., Y TORABI M. 1989. Genetic parameters estimates for postweaning traits of beef cattle in a stressful environment. *Journal of Animal Science*, 67 (10):2619-2626.
17. ELZO M.A., QUAAS R.L., POLLAK E.J. 1987. Effects of age of dam on weight traits in the Simmental population. *Journal of Animal Science*, 64 (4): 992-1001.
18. FITZHUGH H.A. 1976. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *Journal of Animal Science*, 42 (4):1036-1051.
19. FRAHM R.R., NICHOLS C.G., Y BUCHANAN D.S. 1985. Selection for increased weaning or yearling weight in Hereford cattle. II. Direct and correlated responses. *Journal of Animal Science*, 60 (6):1385-1395.

20. GONZALEZ, G. Mejoramiento genético animal. En Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica, (VI, 1993, Montevideo). 1983. Anales. Montevideo, Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay. pp.I-33 - I-34.
21. GREGORY K.E. 1965. Symposium on performance testing in beef cattle: evaluating postweaning performance in beef cattle. Journal of Animal Science, 24:248-254.
22. HOUGH J.D., BENYSHEK L.L., Y MABRY J.W. 1985. Direct and correlated response to yearling weight selection in Hereford cattle using nationally evaluated sires. Journal of Animal Science, 61 (6):1335-1344.
23. INFORME DE PADRES HEREFORD. 1994. INIA. Serie técnica Nº 43. 232p.
24. IRGANG R., DILLARD E.U., TESS M.W., Y ROBISON O.W. 1985. Selection for weaning weight and postweaning gain in Hereford cattle. I. Population structure and selection applied. Journal of Animal Science, 60 (5):1133-1141.
25. IRGANG R., DILLARD E.U., TESS M.W., ROBISON O.W. 1985a. Selection for weaning weight and postweaning gain in Hereford cattle. II. Response to selection. Journal of Animal Science, 60 (5):1142-1155.
26. IRGANG R., DILLARD E.U., TESS M.W., ROBISON O.W. 1985b. Selection for weaning weight and postweaning gain in Hereford cattle. III. Correlated responses to selection in milk yield, preweaning and postweaning traits. Journal of Animal Science, 60 (5):1156-1164.
27. ITULYA S.B., RAE D.E., ROUBICEK C.B. Y BENSON C.R. 1987. Genetic parameters, maternal ability and related selection criteria for unsupplemented Hereford range cows. Journal of Animal Science, 64:1630-1637.
28. KOCH R.M., CUNDIFF L.V. Y GREGORY K.E. 1982. Influence of postweaning gain interval on estimates of heritability and genetic correlations. Journal of Animal Science, 55 (6):1310-1318.
29. KRESS D.D. 1977. Efficiency of postweaning gain in Herefords. Journal of Animal Science, 44 (5):754-758.

30. LASTER D.B., SMITH G.M Y GREGORY K.E. 1976.  
Characterization of biological types of cattle.  
IV. Postweaning growth and puberty of heifers.  
Journal of Animal Science, 43 (1):63-70.
31. LEWIS J.M., KLOPFEINSTEIN T.J. Y STOCK R.A. 1990.  
Evaluation of intensive vs extensive systems of  
beef production and the effect of level of beef  
cow milk production on postweaning performance.  
Journal of Animal Science, 68 (8):2517-2524.
32. LIU M.F. Y MAKARECHIAN M. 1993. Factors influencing  
growth performance of beef bulls in a test sta-  
tion. Journal of Animal Science, 71 (5):1123-1127.
33. LONG C.R., STEWART T.S., CARTWRIGHT T.C. Y BAKER J.F.  
1979. Characterization of cattle of a five breed  
diallel: II. Measures of size, condition and  
growth in heifers. Journal of Animal Science, 49  
(2):432-447.
34. MARLOWE T.J., NOTTER D.R., BROWN R.A. Y TOLLEY E.A.  
1984. Sire breed effects in matings with Angus  
cows: I. Fertility, calf survival and performance  
to 18 months. Journal of Animal Science, 59 (1):  
11-22.
35. MASSEY M.E. Y BENYSHEK L.L. 1991. Estimates fo genetic  
and environmental effects on performance traits  
from Limousin field data. Journal of Animal Scien-  
ce, 52 (1):37-43.
36. MEYER K. 1992. Variance components due to direct and  
maternal effects for growth traits of Australian  
beef cattle. Livestock Production Science, 31:179-  
204.
37. MEYER K., CARRICK M.J. Y DONNELLY B.J.P. 1993. Genetic  
parameters for growth traits of australian beef  
cattle from a multibreed selection experiment.  
Journal of Animal Science, 71 (10):2614-2622.
38. MOROSOL A., SALA L.J. Y LAMAS R.E. 1967. Nuevas técni-  
cas para aumentar la eficiencia productiva de los  
bovinos de carne. 2ª Edición. Escuela de Artes  
Gráficas Universidad del Trabajo del Uruguay. 31 p.
39. MRODE R.A. Y THOMPSON R. Genetic parameters for body  
weight in beef cattle in Britain. In world con-  
gress on genetics applied to livestock production  
(49 1990, Edinburgh). 1990. Anales. Edinburgh,  
Hill W.G., Thompson R. y Woolliams J.A. pp 271-  
274.

40. NICOLL G.B. Y RAE A.L. 1978. Adjustment factors for Hereford and Angus cattle weights. II. Weight at eighteen months. *Journal of Agricultural Research*, 21:563-570.
41. PAHNISH O.F., URICK J.J., BURNS W.C., BUTTS W.T., KOGER M. y BLACKWELL R.L. 1985. Genotype X environment interaction in Hereford cattle: IV. Post weaning traits of bulls. *Journal of Animal Science*, 61 (5):1146-1153.
42. PREINSINGER R. Y KALM E. Estimation of genetic parameters for beef cattle in the Federal Republic of Germany based on field data. In Congress on sheep and beef cattle breeding, (30, 1988, Paris), 1988. *Anales. Paris, INRA*, publ. pp 359-362.
43. PRESTON T.R. Y WILLIS M.B. 1975. Producción intensiva de carne. Preston T.R. 1ª edición. México, Diana. 594 p.
44. RAHNEFELD G.W., WEISS G.M., FREDEEN H.T., LAWSON J.E. NEWMAN J.A. 1987. Non genetic influences on performance testing of beef cattle. *Livestock Production Science*, 16 (4):349-361.
45. REYNOLDS W.L., URICK J.J., KNAPP B.W. Y MACNEIL M.D. 1991. Maternal breed of sire effects on postweaning performance of first-cross heifers and production characteristics of 2 year old heifers. *Journal of Animal Science*, 69 (11):4368-4376.
46. ROLLINS W.C., CARROLL F.D., POLLOCK J.W.T. Y KUKODA M.N. 1962. Beef cattle performance and progeny tests for gain, efficiency, carcass conformation and earliness of maturity. *Journal of Animal Science*, 21:200-206.
47. ROVIRA J. 1973. Reproducción y manejo de los rodeos de cría. Montevideo. Hemisferio Sur. 293 p.
48. S.E.R. Aberdeen Angus (1993). Evaluación de reproductores Aberdeen Angus. Catálogo 1993. Convenio Facultad de Agronomía-Sociedad de Criadores Aberdeen Angus. 32 p.
49. S.E.R. Aberdeen Angus (1994). Evaluación de reproductores Aberdeen Angus. Catálogo 1994. Convenio Facultad de Agronomía-Sociedad de Criadores Aberdeen Angus. 32 p.
50. SHELBY C.E., HARVEY W.R., CLARK R.T., QUESENBERRY J.R. Y WOODWARD R.R. 1963. Estimates of phenotypic and

genetic parameters in ten years of Miles city ROP steer data. Journal of Animal Science, 22:346-353.

51. SMITH S.P., POLLAK E.J. Y ANDERSON G.B. 1982. Maternal influences on growth of twin and single calves. Journal of Animal Science, 55 (3):533-542.
52. STEFFAN C.A., KRESS D.D., DOORNBOS D.E. Y ANDERSON D.C. 1985. Performance of crosses among Hereford, Angus and Simmental cattle with different levels of Simmental breeding. III. Heifer postweaning growth and early reproductive traits. Journal of Animal Science, 61 (5):1111-1120.
53. SWIGER L.A. 1961. Genetic and environmental influences on gain of beef cattle during various periods of life. Journal of Animal Science, 20:183-188.
54. TALAVERA CAMPOS LEONARDO. 1989. Factores ambientales que afectan la ganho posdesmama en bovinos de corte. Tesis Ing Agr. COMPLETAR
55. TEWOLDE A. Genetic analysis of Romosinuano cattle: Selection possibilities for beef in the latin american tropics. In congress on sheep and beef cattle breeding, (32, 1988, Paris), 1988. Anales. Paris INRA, publ. pp 272-291.
56. VAN VLECK L.D. 1987. Contemporary groups for genetic evaluations. Journal of Animal Science, 70:2456-2464. CONSEGUIRLO
57. VERDE L.S. 1979. Estado actual de los conocimientos sobre crecimiento compensatorio. Producción Animal, 3:112-144.
58. WARWICK E.J. Y LEGATES J.E. 1984. Cría y mejora del ganado. Leal R.E. México, McGraw-Hill. 623 p.
59. WINDER J.A., BRINKS J.S., BOURDON R.M. Y GOLDEN B.L. 1990. Genetic analysis of absolute growth measurements, relative growth rate and restricted selection indices in Red Angus cattle. Journal of Animal Science, 68 (2):330-336.
60. WINROTH H. Effects of non-genetic factors and development of adjustment factors for live weight at different ages in beef breeds. In World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (42, 1990, Edinburgh). 1990. Anales. Edinburgh, Hill W.G., Thompson R. y Woolliams J.A. pp 299-302.

61. WOLDEHAWARIAT G., TALAMANTES M.A., ROBERT R., PETTY J.R. Y KARTWRIGHT T.C. 1977. A summary of genetic and environmental statistics for growth and conformation characters of young beef cattle. Texas. Department of Animal Science. Technical report NO 103. pp 80.