

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**  
**INSTITUTO DE ZOOTECNIA**

**ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS FENOTÍPICOS Y GENÉTICOS EN UN REBAÑO  
BOVINO DE CARNE DE LA DÉCIMA REGIÓN, 1984 A 2001**

Memoria de Título presentada como parte  
de los requisitos para optar al TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO.

**CARLA ALEJANDRA NEUMANN MORA**

**VALDIVIA – CHILE**

**2003**

**PROFESOR PATROCINANTE** Dr. Héctor Uribe M.  
Nombre Firma

**PROFESOR COPATROCINANTE** Dr. Marcelo Hervé A.  
Nombre Firma

**PROFESOR COLABORADOR** Dr. J. Pablo Smulders R.  
Nombre Firma

**PROFESORES CALIFICADORES** Dr. Wolfgang Stehr W.  
Nombre Firma

Dr. Jorge Oltra M.  
Nombre Firma

**FECHA DE APROBACIÓN:** 30 de Mayo de 2003

## ÍNDICE

1. RESÚMEN .....	1
2. SUMMARY .....	2
3. INTRODUCCIÓN .....	3
4. MATERIAL Y MÉTODO .....	9
5. RESULTADOS .....	15
6. DISCUSIÓN .....	37
7. BIBLIOGRAFÍA .....	44
8. ANEXOS .....	48
9. AGRADECIMIENTOS.....	60

## 1. RESÚMEN

Una de las razas destinadas a la producción de carne reconocidas a nivel mundial es la raza Hereford. Los objetivos de este estudio fueron crear una base de datos, productiva y genealógica, estimar parámetros genéticos para peso al nacer y peso al destete, estimar correlaciones fenotípicas de características de importancia económica en un rebaño de carne y estimar tendencias fenotípicas y genéticas para características de peso a través de los años.

Los datos utilizados pertenecen al rebaño Hereford del Centro Experimental La Pampa, de propiedad del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), ubicado en la comuna de Purranque, X Región. El presente estudio abarca el periodo comprendido entre los años 1984 al 2001.

Un total de 6250 observaciones fueron ingresadas a una planilla de cálculo Excel y editadas usando diferentes procedimientos del paquete estadístico SAS (1990). Regresión múltiple fue utilizada para cuantificar efectos ambientales sobre las variables de interés. Los análisis genéticos se realizaron usando modelos lineales mixtos resueltos con metodología BLUP (Henderson, 1948). Los efectos incluidos en los modelos utilizados para el análisis fenotípico de peso al nacer y peso al destete fueron: año de nacimiento, sexo de la cría, tipo de parto y edad de la madre. Se consideró también peso al nacimiento y edad al destete en el modelo usado para el análisis de los datos de peso al destete. Los modelos también incluyeron las interacciones entre los efectos principales y se mantuvieron aquellas que fueron estadísticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ).

Pesos promedios crudos para nacimiento y destete fueron 33,88 Kg y 223,24 Kg, respectivamente. Todos los efectos incluidos en el análisis fueron significativos para ambos pesos. Las correlaciones fenotípicas estimadas entre pesos al nacer, peso al destete y edad de la madre fueron positivas y estadísticamente significativas.

La heredabilidad estimada para peso al nacimiento fue  $0,27 \pm 0,02$ , para la misma variable se obtuvo una varianza genética igual a  $3,88 \text{ Kg}^2$  y una varianza residual igual a  $10,16 \text{ Kg}^2$ . Para peso de destete la heredabilidad estimada fue 0,12, con una varianza genética aditiva, varianza materna, varianza ambiental permanente igual a  $115,72 \text{ Kg}^2$ ,  $78,51 \text{ Kg}^2$  y  $171,66 \text{ Kg}^2$ , respectivamente. La varianza residual, que incluye la varianza ambiental temporal fue de  $545,48 \text{ Kg}^2$ .

Los valores genéticos promedios obtenidos a través de años de nacimientos muestran que no ha habido cambio genético en el rebaño a través de los años considerados en este estudio.

## 2. SUMMARY

Hereford is one of the worldwide known breeds destined to beef production. The aims of this study was to create a productive and genealogical database, to estimate genetic parameters for birth weight and weaning weight, to estimate phenotypic correlations between economically important characteristics in beef cattle and to estimate phenotypic and genetic tendencies across time.

Data used in this study belong to the Hereford herd of the Experimental Center La Pampa, property of INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), locality of Purranque, X Región. This study includes the period between 1984 and 2001.

A total of 6250 observations were entered in an Excel data sheet and edited using different procedures of SAS statistical program. Multiple regression analysis was used to quantify environmental effects on the target variables. Genetic analysis were made using mixed linear models solved with Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) methodology (Henderson, 1948). The effects included in the model for phenotypic analysis of birth weight and weaning weight were calving year, sex, calving condition and cow age. To analyze weaning weight, the model also considered birth weight and weaning age. Both models included interactions among the main effects and remained those that were statistically significant ( $P \leq 0,05$ ).

Raw average weights for birth and weaning were 33,88 Kg and 223,24 Kg, respectively. All effects included in the analysis were significant for both weights. Phenotypic correlations were estimated among birth weight, weaning weight and cow age, all of them were positive and statistically significant.

Estimated heritability for birth weight was  $0,27 \pm 0,02$ , for the same variable the genetic variance was equal to  $3,88 \text{ Kg}^2$ , residual variance was equal to  $10,16 \text{ Kg}^2$ . For weaning weight estimated heritability was 0,12, with an additive genetic, maternal and permanent environmental variance equal to  $115,72 \text{ Kg}^2$ ,  $78,51 \text{ Kg}^2$  and  $171,66 \text{ Kg}^2$ , respectively. Residual variance, that includes temporal environmental variance was  $545,48 \text{ Kg}^2$ .

Average genetic values obtained through birth weight show that there hasn't been any genetic change for birth and weaning weight in the years considered in this study.

### 3. INTRODUCCIÓN

#### 3.1. Características generales del ganado Hereford.

El Hereford es la raza más utilizada en el mundo como animal especializado en la producción de carne (Porte y col., 1979b). Se introdujo en Chile hace más de 40 años (Reinike, 1998), en la década del 50. Su objetivo fue utilizar con ganado bovino terrenos de pastoreo marginales que no era económico utilizarlos en forma eficiente con razas lecheras y de doble propósito tradicionalmente usadas en el país (Porte y col., 1979a).

Porte (1994), señala que la raza Hereford en Chile se ubicaría entre la latitud 30° (Combarbalá – Illapel) por el norte y 54° (Punta Arenas – Tierra del Fuego) por el sur. Su mayor concentración se encontraría en las zonas comprendidas desde Aconcagua a Ñuble y la provincia de Magallanes.

Una encuesta realizada en la Región de los Lagos por Páez (1982), sobre 8.590 animales, distribuidos en 22 rebaños, ubicados entre la cordillera de la Costa y la precordillera Andina, mostró que el número más común de animales Hereford en los rebaños encuestados se mueve en el rango de 101 a 200 bovinos.

#### 3.2. Parámetros genéticos y fenotípicos.

Los rasgos genéticos para los animales de abasto pueden ser clasificados de muchas formas. Una de ellas es su división en rasgos objetivos y subjetivos. Los primeros pueden ser expresados en porcentajes, peso, etc., y los segundos, los subjetivos, se miden por puntuación, grado, proporción, etc. En el ganado de carne se consideran para selección y mejoramiento algunos rasgos objetivos como peso al nacimiento, peso al destete, peso al año, kilos de ternero destetado por vaca, tamaño y peso de madurez, depositación de grasa, área del ojo del lomo, peso de la canal y proporción de músculo, hueso y grasa, además se consideran rasgos subjetivos como conformación, temperamento y resistencia a enfermedades (Dalton, 1987).

Dalton (1987) señala que la heredabilidad permite escoger el sistema de selección a usar, así si esta es alta o baja se optará por un sistema de selección individual o poblacional respectivamente. Además conociendo la heredabilidad se puede predecir la respuesta a la selección. Con respecto a correlación, según el mismo autor, es importante reconocer tres tipos: fenotípica, genética y ambiental. El hecho de que dos características parezcan estar relacionadas o que exista una correlación fenotípica entre ellas puede deberse a dos razones; primero, que exista correlación genética debida a pleiotropía y ligamiento, y la segunda, la

existencia de una correlación ambiental causada por algún factor no genético o ambiental que afecta a una característica y también a otra.

En Chile existen muy pocos trabajos genéticos en ganado de carne. Cabe destacar aquí los estudios realizados en el rebaño Hereford de la Estación Experimental del Departamento de Ganadería y Producción Pratense, Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile (Magofke y col., 1994). A pesar que los resultados obtenidos tengan validez sólo para rebaños que posean condiciones genéticas de manejo y ambiente semejantes al rebaño estudiado (Magofke y col., 1994).

### 3.3. Valor genético.

También llamado valor de cría o valor reproductivo, corresponde al efecto genético aditivo de un animal, el que es, en promedio traspasado a la próxima generación, y está dado por la suma de los efectos individuales de cada gen. Éste, junto a la desviación de dominancia, la desviación epistática, más las interacciones entre estos tres efectos, forman el valor genotípico. La estimación del valor genético de un animal permite realizar una selección con mayor precisión, es decir, poder identificar los individuos con genética aditiva superior como padres para la próxima generación (Uribe, 1995).

El valor genético permite conocer la habilidad de transmisión de los padres (Northcutt y Buchanan, 2002). Wattiaux (2003) define la habilidad de transmisión como el valor genético promedio para ciertos rasgos que un animal transmite a su descendencia y agrega que el valor de habilidad de transmisión predicha de un toro es un número promedio siendo la mejor estimación del mérito genético de un toro.

El valor genético estimado puede ser calculado en base a la información de valores fenotípicos de parientes. El uso de información de un gran número de parientes nos entrega una mejor estimación (Christensen, 2002). El mismo autor explica que la correlación entre el valor genético real y el valor genético estimado es la seguridad de predicción, que según Uribe (1995) es un factor importante en el mejoramiento animal, esto porque el valor genético real de un animal no es conocido, pero la correlación de éste con el valor genético estimado nos permite conocer la probabilidad de que la diferencia predicha, es decir, lo que mejora o no, en promedio, la descendencia, sea igual a la real. La seguridad de predicción varía según la fuente de información que se usa para hacer la predicción del valor genético y la heredabilidad de la característica. Además de la seguridad de predicción del valor genético estimado, el avance genético, según el mismo autor, está determinado por la variabilidad genética, la intensidad de selección y el intervalo generacional.

Christensen (2002), agrega que la seguridad de predicción del valor genético es mayor para caracteres que presentan una alta heredabilidad que para aquellos con una baja heredabilidad, aunque esto es compensado con la cantidad de información incluida en la estimación.

Por otro lado Northcutt y Buchanan (2002), explican que la mitad del valor genético estimado es igual a lo que se conoce como EPD (Expected Progeny Difference), o PD (Diferencia Predicha), que nos indica la superioridad genética promedio que se espera de la progenie de un individuo para un carácter en particular. Esta sigla la encontramos comúnmente en catálogos de reproductores, pero lamentablemente no es de utilidad pues el ambiente juega un rol importantísimo en la expresión del genotipo, y es posible que la progenie de toros extranjeros no desarrolle la estimación de su genética en nuestro país ya que el ambiente no es el mismo en el cual fueron estimados estos valores. Además estos son valores relativos a la población de donde provienen los datos.

#### 3.4. Características de importancia económica en bovinos de carne.

El objetivo general de cualquier sistema de mejoramiento animal, es mejorar el promedio de la población en las características de interés, que generalmente son las de mayor importancia económica (Reinike, 1998).

Las posibilidades de selección en el mejoramiento de características de importancia económica en bovinos de carne considera a las características de peso vivo como de máxima importancia. Las medidas de peso vivo más comunes en ganado de carne son: peso al nacimiento, y al destete, aumentos de peso después del destete y peso al beneficio (Magofke y col., 1994). Países mas desarrollados también se preocupan de la selección por calidad de cortes comercialmente mas interesantes como es diámetro del ojo del lomo.

Según Magofke y col., (1994), el valor económico que tiene cada una de estas mediciones, como criterio de selección, dependerá de la edad de venta de los animales. El mismo autor señala que las medidas de peso temprano, tales como el peso al nacer, incrementos de peso del nacimiento al destete, peso al destete e incrementos de peso inmediatamente posteriores a este, son medidas en las cuales existe una expresión combinada del genotipo de la madre y del ternero. El efecto del genotipo de la madre sobre el peso vivo del ternero hasta el destete se conoce como efecto materno.

3.4.1. Peso al nacimiento. El peso al nacer es un indicador del tamaño y vigor del ternero al iniciar su desarrollo postnatal. No son deseables aumentos ilimitados de peso al nacimiento dado que, mientras más grandes sean los terneros al nacer, mayores son las dificultades al parto (Magofke y col., 1994).

Bennett y Gregory (2001) señalan que las distocias en vaquillas de primer parto incrementan la mortalidad de las mismas y/o de sus crías. Señalan además que tanto el genotipo de la cría como de la madre contribuyen a la presentación de distocias. Los mismos autores determinaron para la raza Hereford una heredabilidad para la dificultad de parto de 0,22, siendo esta estimación de heredabilidad una de las más bajas dentro de todas las razas incluidas en el estudio.



Muchas de las correlaciones genéticas entre pesos al nacer y al destete son altas y positivas, indicando que las dos características están bajo la influencia de los mismos genes y el progreso genético en el peso al destete será acompañado de un incremento en el peso al nacer (Zerlotti, 1995).

Según algunos autores, existen muchos factores que influyen sobre el peso al nacer, pero la mayoría coincide que los de mayor relevancia son tres factores no genéticos: el sexo del ternero, la edad de la madre y el año de nacimiento (Reinike, 1998). Además influyen otros factores como la nutrición de vaca durante la gestación, la raza del toro y de la vaca, el largo de la gestación, el tipo de parto, el tamaño y peso de la vaca y la consanguinidad (Ferrando, 1990).

Los machos Hereford pesan en promedio aproximadamente 2 Kg más que las hembras. Esta superioridad se debe en parte a la mayor duración del periodo de gestación de los terneros machos con respecto a las hembras. En cuanto a la edad de la madre, el mayor efecto se observa entre los 2 y 3 años de edad, disminuye mucho de 3 a 4 años y prácticamente se estabiliza hasta los 9 años (Magofke y col., 1994). A medida que avanza la edad de la madre existe un aumento lineal de pesos al nacer (Reinike, 1998).

Las siguientes heredabilidades para pesos al nacer:  $0,26 \pm 0,13$  por regresión intramacho y  $0,33 \pm 0,13$  por correlación intraclase, fueron determinados por Porte y col. (1979b). Los valores se ubican dentro de los rangos más frecuentes obtenidos en la literatura. Porte y col. (1979b) también estimaron valores para correlaciones genéticas, fenotípicas y ambientales. Correlaciones fenotípicas entre peso al nacimiento y peso al destete fueron de 0,36.

Podlech, citado por Reinike (1998), confirma que existe una correlación significativa para la raza Hereford entre el peso al nacer y el aumento de peso posterior, siendo este primer peso, una de las mejores medidas de predicción de la ganancia de peso del ternero hasta los 180 días de edad.

En un estudio realizado por Smulders (1991) con el rebaño Hereford del Fundo Punahue de la Universidad Austral de Chile, se obtuvieron pesos al nacimiento promedio de 36,65 Kg para los machos y 34,24 Kg para las hembras. Se estimó una heredabilidad para peso al nacimiento de  $0,31 \pm 0,1$ . La correlación fenotípica entre peso al nacimiento y peso al destete obtenida fue igual a 0,32.

Viollier (1983) señala que aquellos animales nacidos en otoño, alcanzan pesos mayores que los nacidos en primavera cuando ambos llegan al año de edad. El mismo autor obtuvo resultados en el rebaño Hereford del Fundo Punahue entre los años 1972 y 1980 para peso promedio al nacimiento para otoño y primavera de 35,5 y 36,0, respectivamente.

Porte y col. (1984) señalan que el año de nacimiento ejerce un efecto de tipo nutricional, dado que determina principalmente la cantidad de forraje aportado por la pradera, tanto al ternero como a su madre.

3.4.2. Peso al destete. Según De Alba (1964), el peso al momento del destete tiene importancia para todos los criadores de ganado de carne, por que en general, las ganancias de peso logradas antes del destete resultan más económicas que las obtenidas posteriormente.

Ramírez, citado por Viollier (1983), señala que en rasgos generales los pesos al destete están afectados por: la raza, sexo, edad al destete y el peso al nacer del ternero y por: la edad, tamaño, plano nutritivo y la producción lechera de la madre; esta última en dependencia de la raza, edad, tamaño y nutrición.

Pesos promedio de destete obtenidos por Viollier (1983), en el Fundo Punahue, indican diferencias entre los nacidos en primavera y otoño, siendo los valores de 174,4 Kg y 154,6 Kg, respectivamente, lo que da una diferencia de 20 Kg a favor de los nacidos en primavera. Los valores promedios de peso ajustado al destete para hembras y machos obtenidos por Smulders (1991), fueron 167,49 Kg y 182,69 Kg, respectivamente.

Páez (1982), obtuvo pesos al destete (a los seis meses de edad aproximadamente), que fluctúan entre 181 Kg y 220 Kg. Porte y col. (1979a), obtuvieron un promedio de peso al destete de  $167,6 \pm 23,4$  Kg.

Para Porte y col., (1979a) las estimaciones de heredabilidad para peso al destete dan valores de  $0,29 \pm 0,06$  y de  $0,33 \pm 12$ , por regresión intramacho y correlación intraclase, respectivamente, que corresponden a los valores promedios de literatura.

Según Smulders (1991), para peso al destete, la heredabilidad fue  $0,18 \pm 0,09$ , considerado bajo en relación a los promedios presentados en la literatura. La heredabilidad del peso ajustado al destete fue de 0,25. Podlech citado por Reinike (1998), la estimó en 0,20, considerándola en un rango de mediana a baja.

Al analizar datos de pesos al destete, el primer factor que debe considerarse es la edad a la cual el ternero es destetado. En un sistema de parición estacional que se prolonga de dos a tres meses, es indudable que al hacer el destete a una fecha fija los terneros no tendrán la misma edad en ese momento. Es importante, por tanto, previo a cualquier decisión, llevar todos los pesos de la población a una edad uniforme (Magofke y col., 1994). El mismo autor señala que se deben usar métodos que permitan aislar las fuentes de variación indeseables, y corregir seguidamente los datos de esta influencia, ya sea, con la finalidad de efectuar una estimación de parámetros genéticos con vista de un programa de selección, o de describir genéticamente una población.

Actualmente, los productores se ven obligados a reducir sus costos de operación y a aumentar la eficiencia de sus explotaciones al máximo; las expectativas de aumentar las exportaciones y las exigencias de un mercado consumidor afectado con un menor poder adquisitivo que prefiere las carnes blancas o tienden a exigir más calidad en los cortes de vacuno, hacen cada vez más necesaria la aplicación y difusión de tecnología y de sistemas de manejo probados a nivel nacional y regional, que aumenten la eficiencia de los sistemas dedicados a la producción de carne bovina. Una de las herramientas que se puede poner a

disposición de los productores son los avances en el campo de la genética, que de la mano de un buen manejo y una buena alimentación pueden ayudar a satisfacer la necesidad de mejorar la eficiencia de cada sistema.

Este debe ser el objetivo de los ganaderos y es aquí donde las Universidades, organismos estatales y regionales, tienen la responsabilidad de promover y guiar el desarrollo de conocimientos científicos y tecnológicos que incrementen la eficiencia productiva de éste sector del área pecuaria.

### 3.5. Objetivos

Los objetivos de estudio son:

- a.- Formar una base de datos electrónica, tanto productiva como genealógica de un Criadero de bovinos Hereford.
- b.- Estimar la heredabilidad para peso al nacimiento y peso de destete en un rebaño de bovinos de carne de la X Región.
- c.- Estimar correlaciones fenotípicas entre características de importancia económica en un rebaño de bovinos de carne de la X Región.
- d.- Estimación de tendencias fenotípicas y genéticas, a través del tiempo, para características de peso de un rebaño de bovinos de carne de la X Región.

## 4. MATERIAL Y MÉTODO

### 4.1. Material.

La información utilizada en este estudio, procede de los registros de producción de los años 1984 a 2001 correspondientes al ganado Hereford del criadero El Porvenir, más los propios del rebaño masa, ambos rebaños pertenecientes al Centro Experimental La Pampa, propiedad del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).

Actualmente el predio tiene 510 há, de las cuales 288 há son destinadas a la producción ganadera.

4.1.1. Ubicación geográfica. El predio se ubica en la provincia de Osorno, comuna de Purránque, Décima Región (Latitud 40° 52' Sur, Longitud 73° 12' Oeste y a una altura de 91 metros sobre el nivel del mar).

4.1.2. Características climáticas. Los promedios mensuales de temperatura registrados entre los años 1984 y 2001 fueron los siguientes: máxima: 17,6 °C, mínima: 4,33 °C y promedio 10,9 °C. La precipitación promedio anual durante este mismo periodo corresponde a 1234 mm de agua caída (anexo 3).

4.1.3. Características del suelo. Según Tosso (1985) los suelos del Centro Experimental la Pampa se encuentran entre las series Corte Alto y Osorno, y van desde la clase de uso II a VII. La serie Osorno corresponde a suelos derivados de cenizas volcánicas recientes que ocupan posiciones intermedias a bajas. Presentan topografía de lomaje suave y descansan principalmente sobre tolvas o conglomerados volcánicos parcialmente intemperizados. Son suelos de una fertilidad moderada y de alta retención de humedad, moderadamente profundos. La serie Corte Alto corresponde a un trumao de ceniza volcánica reciente de topografía de lomajes suaves de composición mixta. El material original es de sedimento fluvio glacial.

Los suelos en general, tienen contenido de materia orgánica de 15%, alto en fósforo (sobre 15 ppm), con limitaciones de drenaje en algunos potreros.

La pradera se compone principalmente de ballicas anuales y perennes (*Lolium sp.*), con trébol blanco (*Trifolium repens*), naturalizado, (ya que en el predio no se siembran leguminosas). Las malezas más comunes son el cardo blanco (*Argemona mexicana*), cardo negro (*Cirsium vulgare*), pasto dulce (*Holcus lanatus*), duraznillo (*Poligonum persicaria*) y algo de crucíferas.

4.1.4. Características del rebaño. El rebaño se estableció a partir de la década del setenta. Los animales procedían del criadero Hidango, también de propiedad del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, ubicado en la comuna de Litueche, Sexta Región.

El predio estudiado contaba en el año 2001, (fecha de cierre para la recolección de datos), con una masa de 289 madres, de las cuales 85 son parte del Criadero El Porvenir y las restantes son rebaño de masa, muchas de las cuales son hembras inscritas que pasan, por distintos motivos, a formar parte del rebaño de masa. A diciembre de 2002 en el predio existían 767 cabezas. Ambos rebaños se manejan en forma separada.

4.1.5. Manejo. En este rebaño los partos se concentran entre los meses de julio y septiembre. El encaste se realiza en los meses de octubre – diciembre. Para el rebaño fino se utiliza mayoritariamente inseminación artificial con semen importado y/o nacional, y monta natural controlada. En el caso del rebaño masa se utiliza únicamente monta natural.

Antes del parto, las madres son trasladadas a potreros más cercanos, en los que se mantienen hasta que se produzca el parto, luego se individualiza la cría y se pesa. El destete se realiza entre fines de marzo y comienzos de abril.

La alimentación es en base a pradera durante todo el año. En los meses más críticos se entrega suplementación adicional constituida por heno y ensilaje. Además se utilizan sectores de rotación, donde se siembran en forma alternada papas y especies forrajeras, como ballicas anuales (*Lolium sp*).

4.1.6. Antecedentes disponibles. Los datos utilizados en este estudio se encuentran en cuadernos de registros y hojas de campo, los cuales contenían datos recopilados entre los años 1984 y 2001.

Los datos que se encuentran en los libros o cuadernos de partos cuentan con el siguiente esquema para ambos rebaños (fino y masa): N° (número correlativo), RP madre (registro predial de la madre), fecha de parto, RP cría (registro predial de la cría), peso de nacimiento, sexo de la cría, condición de parto. Luego, a partir de cuadernos y hojas de campo se obtuvo información respecto a los toros utilizados, tanto para inseminación artificial como para monta natural, aquí sólo fue posible identificar los toros y el semen utilizado en el rebaño de vientres finos. De las mismas fuentes se obtuvieron los pesos de destete y sólo un reducido número de pesajes posteriores por lo que no fue posible incluirlos en esta tesis.

La información respecto del HB (herdbook) de las vacas, toros y crías, proviene del correspondiente certificado de inscripción de animales de raza de la S.A.G.O. (Sociedad Agrícola y Ganadera de Osorno).

#### 4.2. Método.

Para la realización de este estudio se ingresaron en una planilla de cálculo Excel los siguientes datos: número correlativo, identificación de la madre (HB, RP, nombre, tipo (polled o astada), inscrito – no inscrito (fina o masa)), fecha de parto, identificación del padre (HB, nombre, RP, tipo, origen), edad de la madre, sexo de la cría, raza de la cría, RP de la cría, nombre de la cría, peso de nacimiento, condición de parto, HB de la cría, peso de destete y fecha de destete. Luego se editaron los datos usando diferentes procedimientos del paquete estadístico SAS (1990).

Para cuantificar el efecto de los efectos fijos sobre peso al nacimiento se usó el siguiente modelo estadístico:

$$y_{jklmn} = A\tilde{n}o_j + S_k + TP_l + Raza_m + b.Edad_{jklm} + e_{jklmn}$$

Donde:

$y_{jklmn}$  = peso al nacimiento de un ternero de la m-ésima raza/cruza nacido el j-ésimo año, perteneciente al k-ésimo sexo dentro del l-ésimo tipo de parto.

$A\tilde{n}o_j$  = efecto fijo sobre peso al destete del j-ésimo año de nacimiento.

$S_k$  = efecto fijo del k-ésimo sexo (k=1, 2).

$TP_l$  = efecto fijo del l-ésimo tipo de parto (l = 1, 2, 3)

$Raza_m$  = efecto fijo de la m-ésima raza/cruza del ternero.

$b$  = coeficiente de regresión de peso al nacimiento en la edad al parto.

$Edad$  = edad al parto de la madre correspondiente al jklmn-ésimo parto.

$e_{jklmn}$  = efecto residual no explicado por los otros efectos del modelo  $N(0, \sigma_e^2)$

El modelo también incluyó las interacciones entre los efectos principales y se mantuvieron aquellas interacciones que fueron estadísticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ). Las diferencias entre niveles de cada efecto fijo fueron probadas mediante comparación del promedio de mínimos cuadrados.

El análisis de los datos de peso al destete fue hecho con el mismo modelo estadístico pero en esta oportunidad se incluyeron peso al nacimiento y días al destete como covariables afectando el peso al destete.

Los análisis genéticos se realizaron usando modelos lineales mixtos resueltos con metodología BLUP (Henderson, 1950), (Mejor Predictor Lineal Insegado). El procesamiento de los datos se hizo usando programas computacionales como PEST y VCE (Groeneveld y García-Cortés, 1998; Groeneveld, 2002) escritos en lenguaje FORTRAN.

Para el análisis genético el peso vivo al destete se estandarizó a 205 días de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$PAD = PN + 205 \times \frac{PD - PN}{EDD}$$

Donde:

PAD :	Peso Ajustado al Destete.
EDD :	Edad al Destete.
PN :	Peso al Nacimiento.
PD :	Peso al Destete.

El modelo estadístico usado para la estimación de componentes de varianza para peso al destete ajustado a 205 días fue el siguiente:

$$y_{jkmnopqr} = AE_j + T_k + S_m + TP_n + GG_o + b.Edad + a_p + m_q + p_q + e_{jkmnopqr}$$

Donde:

$y_{jkmnopqr}$  = peso al destete, hecho por el p-ésimo animal hijo de la q-ésima madre.

$AE_j$  = efecto fijo del j-ésimo grupo contemporáneo.

$T_k$  = efecto fijo del k-ésimo tipo de animal (Polled, astado, indeterminado)

$S_m$  = efecto fijo del m-ésimo sexo (m=1, 2).

$TP_n$  = efecto fijo del n-ésimo tipo de parto (n = 1, 2, 3)

$GG_o$  = efecto fijo del o-ésimo grupo genético del ternero (o = 1, 2, ..., 10).

$b$  = coeficiente de regresión de peso al nacimiento en la edad al parto.

$Edad$  = edad al parto de la q-ésima madre.

$a_p$  = efecto aleatorio genético directo del p-ésimo animal  $N(\mu, \sigma_a^2)$ .

$m_q$  = efecto aleatorio de la q-ésima madre del p-ésimo animal  $N(\mu, \sigma_m^2)$ .

$p_m$  = efecto ambiental permanente de la madre el k-ésimo animal  $N(\mu, \sigma_p^2)$ .

$e_{jkmn}$  = efecto residual no explicado por los otros efectos del modelo  $N(0, \sigma_e^2)$ .

La estructura de varianzas y covarianzas del modelo es la siguiente:

$$V \begin{pmatrix} a \\ m \\ p \\ e \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A\sigma_a^2 & A\sigma_{a,m} & 0 & 0 \\ A\sigma_{a,m} & A\sigma_m^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_p^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{pmatrix}$$

Donde:

$A$  = representa la matriz de parentesco genético aditivo entre los animales

$I$  = es una matriz idéntica.

$\sigma_a^2$  = es la varianza genética directa de peso al destete.

$\sigma_m^2$  = es la varianza genética materna de peso al destete.

$\sigma_p^2$  = varianza ambiental permanente

$\sigma_e^2$  = varianza residual.

$\sigma_{a,m}$  = es la covarianza entre efectos genéticos directos y maternos para peso al destete.

Grupo contemporáneo representa la interacción entre año y estación de parto.

El efecto del grupo genético fue incluido como una manera de corregir por la presencia de animales que no eran completamente de la raza Hereford.

4.2.1 Estimación de Varianzas. Los componentes de varianza para peso al nacimiento y peso al destete ajustado a 205 días se estimaron usando el método Máxima Verosimilitud Restringido (REML) descrito por Patterson y Thompson (1971).

La edición de los datos fue hecha con diferentes procedimientos del paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS, 1990), mientras que la estimación de componentes de varianza se realizó usando el programa computacional VCE4.0 (Groeneveld y Garcia-Cortez, 1998; Groeneveld, 2002).

En el caso de peso al nacimiento, y por simplicidad, el modelo estadístico no incluyó el efecto materno ni el efecto ambiental permanente, de esta manera para peso al nacimiento se obtuvieron estimaciones de la varianza genética aditiva y varianza residual.



Heredabilidad se expresó como la proporción de la varianza genética aditiva en relación a la varianza total, en el caso de peso al destete esta fue:

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_m^2 + \sigma_p^2 + \sigma_e^2} , \text{ y para peso al nacimiento fue:}$$

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_e^2}$$

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Frecuencias.

A continuación se presentan las tablas de frecuencias crudas de los datos recopilados desde los libros de registros del Centro Experimental La Pampa, propiedad del Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias (INIA), correspondientes a los años 1984 hasta el año 2001; datos que fueron incorporados en los análisis de regresión para el peso al nacimiento y peso al destete.

Para ambos análisis, las observaciones incorporadas corresponden a aquellos animales con registros completos; por ende las frecuencias que efectivamente se utilizaron varían con respecto a las que aquí se presentan (cuadros N° 1 al N° 9), ya que para estos análisis se eliminaron las observaciones correspondientes a animales con registros incompletos, es decir, al editar los datos, la frecuencia acumulada de los datos que efectivamente se utilizaron disminuyó.

El número total de vientres que componen el rebaño, ha ido variando a través de los años, como se observa en el cuadro N° 1, la diferencia es notoria entre algunos años en particular, como en el año 1991, en que existían 404 vientres. A partir de ese año, el número de vientres en el rebaño ha ido disminuyendo para llegar a estar formado, el año 2001, por 289 vientres.

Cuadro N° 1: Frecuencias y porcentajes de vientres, por año, provenientes de las observaciones recopiladas del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 - 2001.				
<b>Año</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>Frec. Acum.</b>	<b>% Acum</b>
1984	305	4,9	305	4,9
1985	219	3,5	524	8,4
1986	319	5,1	843	13,5
1987	349	5,6	1192	19,1
1988	390	6,2	1582	25,3
1989	379	6,1	1961	31,4
1990	399	6,4	2360	37,8
1991	404	6,5	2764	44,2
1992	373	6,0	3137	50,2
1993	368	5,9	3505	56,1
1994	379	6,1	3884	62,1
1995	377	6,0	4261	68,2
1996	398	6,4	4659	74,5
1997	373	6,0	5032	80,5
1998	294	4,7	5326	85,2
1999	323	5,2	5649	90,4
2000	312	5,0	5961	95,4
2001	289	4,6	6250	100,0

Durante todo el periodo incorporado en este estudio, la mayor parte de los animales corresponden al rebaño de masa (cuadro N° 2), dentro de este último rebaño existen hembras que son inscritas pero ya no es posible inscribir su descendencia. El menor porcentaje de animales finos se debe principalmente a razones de tipo económicas, ya que al momento de vender terneras o vaquillas inscritas el precio no difiere mayormente de aquel pagado por crías no inscritas, además la inscripción tiene un costo y los recursos destinados para este fin son limitados.

Cuadro N° 2: Frecuencias y porcentajes, según cantidad de animales inscritos y no inscritos, de las observaciones recopiladas del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 – 2001.				
<b>Inscritos/ No inscritos</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>Frec. Acum.</b>	<b>% Acum.</b>
Finos	1438	23,0	1438	23,0
Masa	4812	77,0	6250	100,0

La proporción de hembras y machos durante el periodo estudiado se presenta en el cuadro N° 3. En éste se observa un porcentaje similar para ambos sexos, debido a que el sistema productivo incluye crianza y engorda, por lo tanto se mantienen machos en el rebaño, y son los datos de estos animales los que influyen en las frecuencias presentadas, aunque finalmente, muchos de ellos, correspondientes a pesajes posteriores al destete, no pudieron ser incluidos en este análisis.

Cuadro N° 3: Frecuencias y porcentajes, por sexo, de las observaciones recopiladas del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 - 2001.				
<b>Sexo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>Frec. Acum.</b>	<b>% Acum.</b>
Hembra	3153	50,4	3153	50,4
Macho	3097	49,6	6250	100,0

Llama la atención en este rebaño la existencia de madres que podrían considerarse fuera del rango habitual de edad productiva, (cuadro N° 4). El porcentaje es bajo y corresponde principalmente a hembras inscritas que permiten, a su vez, inscribir a sus crías, manteniendo una adecuada reposición de hembras finas en el grupo. Además en este rebaño no se limita la permanencia de las hembras por edad ni número de parto, sólo se eliminan hembras que presentan problemas reproductivos o aquellas que no dan crías consideradas buenas. El mayor porcentaje de las hembras está en un rango de edad de entre dos y siete años, lo que demuestra que aún existiendo hembras de edad avanzada en el grupo, existe renovación de año en año dentro del rebaño.

Cuadro N° 4: Frecuencias y porcentajes, según edad de la madre en años, de las observaciones recopiladas del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 – 2001.				
<b>Edad (Años)</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>Frec. Acum.</b>	<b>% Acum</b>
2	1002	16,0	1002	16,0
3	758	12,1	1760	28,2
4	911	14,6	2671	42,7
5	681	10,9	3352	53,6
6	829	13,3	4181	66,9
7	705	11,3	4886	78,2
8	416	6,7	5302	84,8
9	328	5,2	5630	90,1
10	230	3,7	5860	93,8
11	200	3,2	6060	97,0
12	97	1,6	6157	98,5
13	49	0,8	6206	99,3
14	30	0,5	6236	99,8
15	10	0,2	6246	99,9
16	4	0,1	6250	100,0

En sus orígenes, el rebaño estaba dividido en líneas de animales polled y astados, (estadounidenses, neozelandeses, etc.), con el pasar de los años el formato de los registros de los animales varió, con lo que se perdió en muchos casos la información del tipo de hembras existentes. La información recopilada muestra que en el periodo comprendido en este estudio (cuadro N°5), el porcentaje de hembras astadas y polled prácticamente se igualó, además de incluir a un grupo de madres híbridas que fueron resultado de estudios anteriores realizados en el mismo rebaño. Para el caso de los toros, el tipo utilizado (cuadro N° 6), va en directa relación a las hembras, cruzándose generalmente animales del mismo tipo.

Cuadro N° 5: Frecuencias y porcentajes, según tipo de la madre, de las observaciones recopiladas del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 - 2001.				
<b>Tipo Madre</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>Frec. Acum.</b>	<b>% Acum</b>
Híbrida	177	3	177	3
Astada	2757	47	2934	50
Polled	2930	50	5864	100

Cuadro N° 6: Frecuencias y porcentajes, según tipo de toro, de las observaciones recopiladas del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 - 2001.				
<b>Tipo Toro</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>Frec. Acum.</b>	<b>% Acum</b>
Astado	454	37,6	454	37,6
Polled	755	62,4	1209	100,0

En relación a la condición de parto, cabe destacar que el gran porcentaje de hembras presentaron partos normales (cuadro N° 7), esto se explica por el uso de toros seleccionados por dar crías de bajo peso al nacer además de la baja presentación de distocias descritas en la raza Hereford.

Cuadro N° 7: Frecuencias y porcentajes, según la condición de parto, de las observaciones recopiladas del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 - 2001.				
<b>Condición Parto</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>Frec. Acum.</b>	<b>% Acum</b>
IA	59	0,9	59	0,9
LA	951	15,2	1010	16,2
N	5240	83,8	6250	100,0

\* IA: Ayuda Intensa; LA: Ayuda Leve; N: Normal

En el cuadro N° 8 se observa el porcentaje de toros usados según el país de origen de éstos. Destaca aquí la mayor proporción obtenida por toros nacionales, esto se debe a que en el rebaño masa se utilizan, en monta natural, principalmente reproductores locales, salidos del mismo rebaño o importados de rebaños de la zona. Sin embargo, al momento de inseminar, se privilegia el uso de semen de toros estadounidenses.

Cuadro N° 8: Frecuencias y porcentajes, según el origen del toro, de las observaciones recopiladas del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 – 2001.					
Origen Toro	Frecuencia	%	Frec. Acum.	% Acum	
Canadá	63	4,6	63	4,6	
Inglaterra	61	4,5	124	9,1	
Irlanda	30	2,2	154	11,3	
Nacional (monta natural)	802	59,0	956	70,3	
N. Zelanda	116	8,5	1072	78,9	
U.S.A.	287	21,1	1359	100,0	

El rebaño estudiado no estaba compuesto únicamente de animales de raza Hereford, por lo que fue necesario identificar los híbridos del grupo lo mejor posible, basado en los registros existentes, es así como en algunos casos fue posible sólo identificar animales híbridos pero no las razas que formaban la cruce. Lo mismo ocurre para el tipo de animales Hereford, donde en algunos casos sólo se identificó la raza y no el tipo (cuadro N° 9).

Los animales híbridos existentes en el rebaño provienen de estudios anteriores realizados en el predio. Algunos de estos animales, principalmente hembras, se mantuvieron en el rebaño de animales masa lo que agregó aún mayor dificultad al momento de identificar las cruces, ya que muchas de ellas originan animales con proporciones variables de más de dos razas.

Cuadro N° 9: Frecuencias y porcentajes, según la raza de la cría, de las observaciones recopiladas del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 - 2001.					
Raza Cría	Frecuencia	%	Frec. Acum.	% Acum	
I	237	3,8	237	3,8	
H(AN)	111	1,8	348	5,6	
H(AR)	5	0,1	353	5,6	
H(OC)	112	1,8	465	7,4	
H(LM)	69	1,1	534	8,5	
H(MG)	28	0,4	562	9,0	
H(SM)	133	2,1	695	11,1	
HH	563	9,0	1258	20,1	
HP	553	8,8	1811	29,0	
H	4439	71,0	6250	100,0	

Donde:

- I: Híbridos (cruza no identificada)
- H(AN): Hereford x Angus Negro
- H(AR): Hereford x Angus Rojo
- H(OC): Hereford x Overo Colorado
- H(LM): Hereford x Limousin
- H(MG): Hereford x Murray Grey
- H(SM): Hereford x Simmental
- HH: Hereford Astado
- HP: Polled Hereford
- H: Hereford (tipo no identificado)

## 5.2. Parámetros fenotípicos.

El peso promedio al nacimiento obtenido del análisis de regresión fue de 33,88 Kg. El modelo usado para explicar la varianza de peso al nacimiento en función lineal de las variables independientes dio un coeficiente de determinación igual a 0,25. En el anexo 1 se presenta el análisis de varianza correspondiente al modelo estadístico utilizado.

El peso promedio de destete para los datos usados en el análisis de regresión es de 223,24 Kg. Si bien las variables incorporadas en el análisis son estadísticamente significativas,



el coeficiente de determinación alcanza un valor de solo 0,53 (53%). En el Anexo 2 se presenta el análisis de varianza obtenido para este análisis.

Los promedios crudos para peso al nacimiento obtenidos para aquellas crías que fueron identificadas como hijas de toros astados son  $33,37 \pm 4,33$  Kg, por su parte los hijos de toros polled pesaron en promedio  $34,01 \pm 4,22$  Kg. Al identificar las crías según el tipo de la madre los promedios crudos de peso al nacimiento fueron  $33,65 \pm 3,33$  Kg,  $33,87 \pm 4,45$  Kg y  $33,86 \pm 4,33$  Kg para híbridas, astadas y polled, respectivamente.

Según el tipo de los padres los valores de peso de destete alcanzan los  $217,63 \pm 44,08$  Kg para crías de toros astados y  $211,77 \pm 46,34$  Kg para crías de toros polled, siendo éstos promedios crudos. Considerando el tipo de la madre; híbridas, astadas o polled, los promedios crudos obtenidos fueron  $250,59 \pm 34,76$  Kg,  $224,15 \pm 43,27$  Kg y  $220,57 \pm 43,81$  Kg respectivamente.

Según el sexo de la cría los promedios crudos obtenidos para peso al nacer fueron de  $32,82 \pm 4,08$  Kg para las hembras y  $34,84 \pm 4,43$  Kg. para los machos. Las medias mínimo cuadráticas según el sexo de las crías fueron  $35,28$  Kg para las hembras y  $37,12$  Kg para los machos. De acuerdo al promedio de los mínimos cuadrados hubo una diferencia de  $1,84 \pm 0,10$  Kg a favor de los terneros machos para peso al nacimiento, ( $P=0,0001$ ).

Los promedios crudos obtenidos para pesos de destete, según el sexo de la cría, fueron  $212,06 \pm 40,10$  Kg para las hembras y  $231,45 \pm 46,17$  Kg para los machos. Las medias mínimas cuadráticas obtenidas para hembras y machos fueron  $212,42$  Kg y  $227,43$  Kg respectivamente. De acuerdo al promedio de los mínimos para peso al destete, incluyendo las mismas variables, las hembras pesan al destete  $15,00 \pm 0,90$  Kg menos que los machos ( $P=0,0001$ ).

Los promedios crudos de peso al nacer para crías finas fue de  $33,84 \pm 4,22$  Kg y  $33,80 \pm 4,42$  Kg para crías masa. Considerando si se trataba de crías finas o masa los promedios crudos para peso de destete fueron  $211,73 \pm 46,22$  Kg para las primeras y  $224,63 \pm 43,24$  Kg para las segundas.

De acuerdo a la condición de parto los valores de las medias mínimo cuadráticas del peso al nacer fueron  $38,54$  Kg,  $35,49$  Kg y  $34,57$  Kg, para partos con ayuda intensa, ayuda leve y normales, respectivamente. Así, aquellas crías nacidas de un parto con necesidad de ayuda intensa pesaron  $3,97 \pm 0,71$  Kg ( $P=0,0001$ ) más que las crías nacidas de un parto normal. En los partos donde se requirió de ayuda leve la diferencia fue de  $0,92 \pm 0,14$  Kg en relación a los partos normales. Ambas diferencias fueron significativas. Al observar el cuadro N° 5 se aprecia que en el mayor porcentaje de los partos no fue necesario intervenir, lo que demuestra que en el rebaño se pretende conservar los pesos al nacer en rangos que permitan partos normales. Si bien en este estudio no se correlaciona el tipo de parto y la edad de la madre o el peso de encaste, éstos son factores que generalmente influyen en la presentación de distocias, además es necesario mencionar que en la raza Hereford, según la literatura, la presentación de éstas es escasa.

Para el peso de destete los valores de las medias mínimo cuadráticas fueron 206,12 Kg en partos que requirieron ayuda intensa, 224,38 Kg y 229,29 Kg para partos con ayuda leve y normales respectivamente. Así, aquellas crías nacidas de partos en que fue necesaria ayuda intensa y leve pesarían al destete  $23,17 \pm 6,63$  Kg ( $P=0,0005$ ) y  $4,91 \pm 1,29$  Kg ( $P=0,0001$ ) menos que aquellas crías nacidas de un parto normal.

Las diferencias observadas en los pesos al nacimiento según el año de nacimiento, (figura N° 1), pueden atribuirse a diversos factores, uno de ellos es el factor climático (anexo 3). Otro factor importante es la selección de toros caracterizados por bajo peso de nacimiento.

Entre años las diferencias existentes son mayoritariamente significativas y según las estimaciones realizadas las mayores diferencias, en relación al año 2001, se presentan entre los años 1991 y 1997, siendo éstas diferencias estadísticamente significativas, no así para el caso de los años 1984 y 1985, que si bien presentan pesos menores, éstos no son significativos al tomar como base el año 2001.

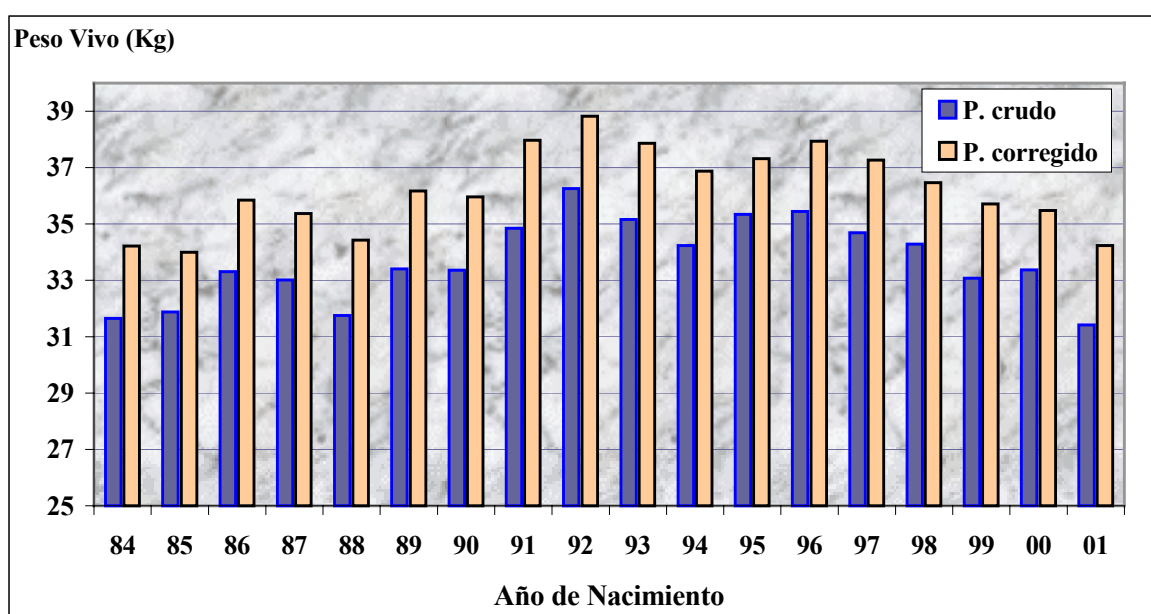


Figura N° 1: Promedios crudos y promedios corregidos para peso al nacimiento, en kilos, según el año de nacimiento, obtenidos de los datos recopilados del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 - 2001.

En el cuadro N° 10 se puede apreciar que en los años 1984, 1985, 1988 y 2001 los pesos de nacimiento fueron menores. Esto coincide con periodos en que la pradera, base de la alimentación de este rebaño, fue influenciada negativamente por factores climáticos. Para aquellos años que destacan por presentar pesos de nacimientos mayores, (1991 al 1997), el

factor climático juega también un papel importante, existiendo en estos años pradera suficiente para la adecuada mantención del rebaño. Si bien el clima no es el único factor que afecta el peso al nacer, en este rebaño en particular explica en gran medida las diferencias.

Cuadro N° 10: Estimaciones y sus significancias para el año de nacimiento, obtenidas para la variable peso al nacimiento a partir de los datos recopilados del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 - 2001.			
Año	Estimación	P*	Error Estándar
1984	- 0,02	0,9401	0,36
1985	- 0,24	0,5868	0,45
1986	1,61	0,0001	0,38
1987	1,13	0,0011	0,34
1988	0,18	0,5855	0,33
1989	1,92	0,0001	0,33
1990	1,72	0,0001	0,33
1991	3,43	0,0001	0,33
1992	4,58	0,0001	0,34
1993	3,62	0,0001	0,34
1994	2,63	0,0001	0,34
1995	3,08	0,0001	0,35
1996	3,70	0,0001	0,33
1997	3,01	0,0001	0,33
1998	2,23	0,0001	0,34
1999	1,47	0,0001	0,34
2000	1,24	0,0004	0,34
2001	0,00	-----	-----

\* probabilidades mayores a 0,05 indican que la estimación no es diferente de cero)

En la figura N° 2, se puede observar que el promedio crudo de peso de destete varió a través de los años comprendidos en este estudio, existiendo diferencias entre años extremos de aproximadamente 82 Kg, sin embargo estos valores son promedios crudos, por lo tanto no se consideran otras variables que pueden influir en ellos. En la misma figura se observa el efecto del año de nacimiento sobre el peso al destete, y las estimaciones obtenidas para cada año en relación al año 2001 en el cuadro N° 11.

Al relacionar estos pesos con la información presentada en el anexo N° 3 se puede observar que los años donde se obtuvo los menores pesos de destete (1986, 1987, 1995 y

1997), corresponden a años en que el promedio mensual de agua caída es mayor a los otros años. Las diferencias son significativas para los tres primeros años mencionados (cuadro N° 11).

Si bien el exceso de agua no afecta la cantidad de pradera disponible como ocurre en años de sequía, si hace variar el tiempo que dedica el animal a pastorear, principalmente si los periodos lluviosos son fuertes temporales durante los cuales los animales buscan refugio y limitan la ingesta de pradera. Por otro lado, la disminución de materia seca de la pradera hace variar la cantidad de la misma en la leche, en otras palabras, los terneros consumen suficiente cantidad de leche, pero de inferior calidad. Otro factor importante es la calidad de la pradera en estos años en particular, es decir, si se realizaron o no manejos adecuados para mantener una pradera en óptimas condiciones.

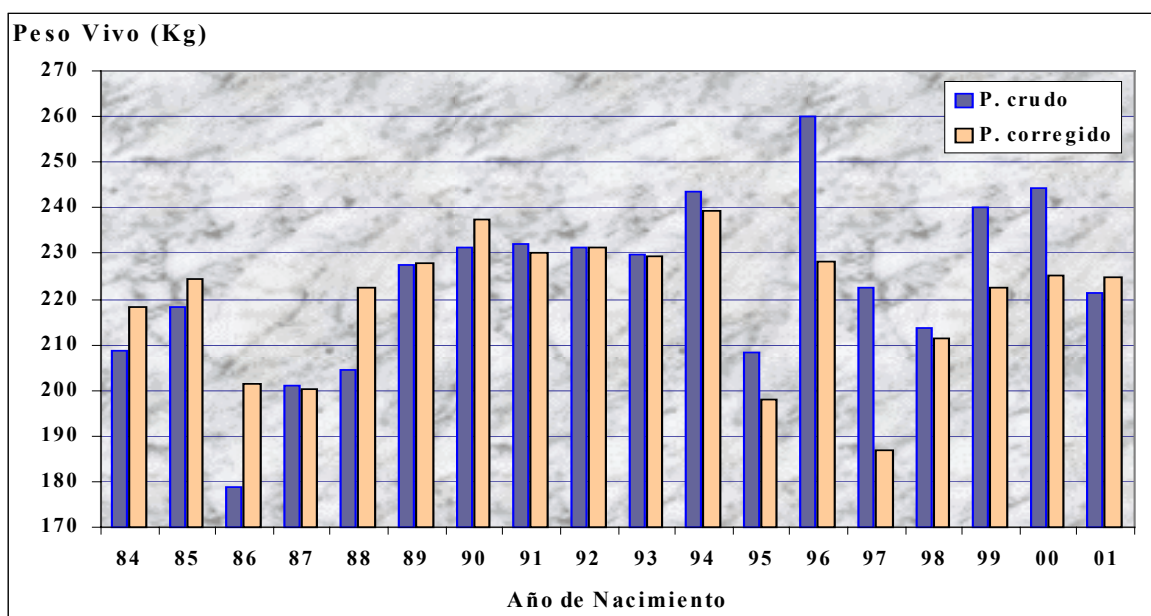


Figura N° 2: Promedios crudos y promedios corregidos para peso de destete, en kilos, según el año de nacimiento, obtenidos de los datos recopilados del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 - 2001.

Cuadro N° 11: Estimaciones y sus significancias para el año de nacimiento, obtenidas para la variable peso de destete a partir de los datos recopilados del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 - 2001.			
Año	Estimación	P*	Error Estándar
1984	-6,72	0,0312	3,11
1985	-0,45	0,9082	3,91
1986	-23,46	0,0001	3,33
1987	-24,80	0,0001	2,98
1988	-2,61	0,3671	2,89
1989	2,93	0,3112	2,90
1990	12,44	0,0001	2,88
1991	5,14	0,0752	2,88
1992	6,50	0,0324	3,03
1993	4,61	0,1260	3,01
1994	14,22	0,0001	3,00
1995	-27,04	0,0001	3,12
1996	3,29	0,4393	4,25
1997	-38,15	0,0001	3,01
1998	-13,58	0,0001	2,97
1999	-2,63	0,3720	2,94
2000	0,17	0,9541	3,01
2001	0,00	----	----

\* probabilidades mayores a 0,05 indican que la estimación no es diferente de cero)

En la figura N° 3 se observan las diferencias entre los promedios crudos y corregidos de pesos al nacimiento para animales de distintas cruzas. Si bien las diferencias son significativas sólo en pocos casos entre cruzas, si lo son al tomar como referencia la raza H (Hereford de tipo no determinado, que representa el 71% de la población (cuadro N° 8)). Cabe destacar que el número de observaciones en los distintos casos varía llegando a ser para algunas cruzas muy pequeño, como en el caso de la craza H(AR), en que sólo existen cinco observaciones, lo que invariablemente influye en los resultados que se presentan.

Las estimaciones de los mínimos cuadrados con respecto a la craza muestran que los animales I (cruza no identificada) pesan  $1,34 \pm 0,29$  Kg más que los animales de raza H (Hereford de tipo no identificado) ( $P=0,0001$ ), y considerando las razas involucradas, aquellos animales producto del cruzamiento de Hereford x Murray Grey pesan  $3,03 \pm 0,82$  Kg más que los Hereford puros (H) ( $P=0,0003$ ). A esta craza le siguen, en orden descendente, las cruzas de Hereford x Angus negro con  $2,40 \pm 0,39$  Kg más ( $P=0,0001$ ), Hereford x Simmental con  $1,85 \pm$

0,35 Kg más ( $P=0,0001$ ), Hereford x Limousin con  $1,62 \pm 0,48$  Kg más ( $P=0,0007$ ) y por último la cruce de Hereford x Overo colorado con  $1,35 \pm 0,38$  Kg ( $P=0,0004$ ) más que los Hereford puros (H). La estimación para la cruce de Hereford x Angus rojo muestra que existiría  $1,67 \pm 1,69$  Kg de superioridad sobre los Hereford (H), pero esta estimación no es estadísticamente significativa, ( $P=0,323$ ).

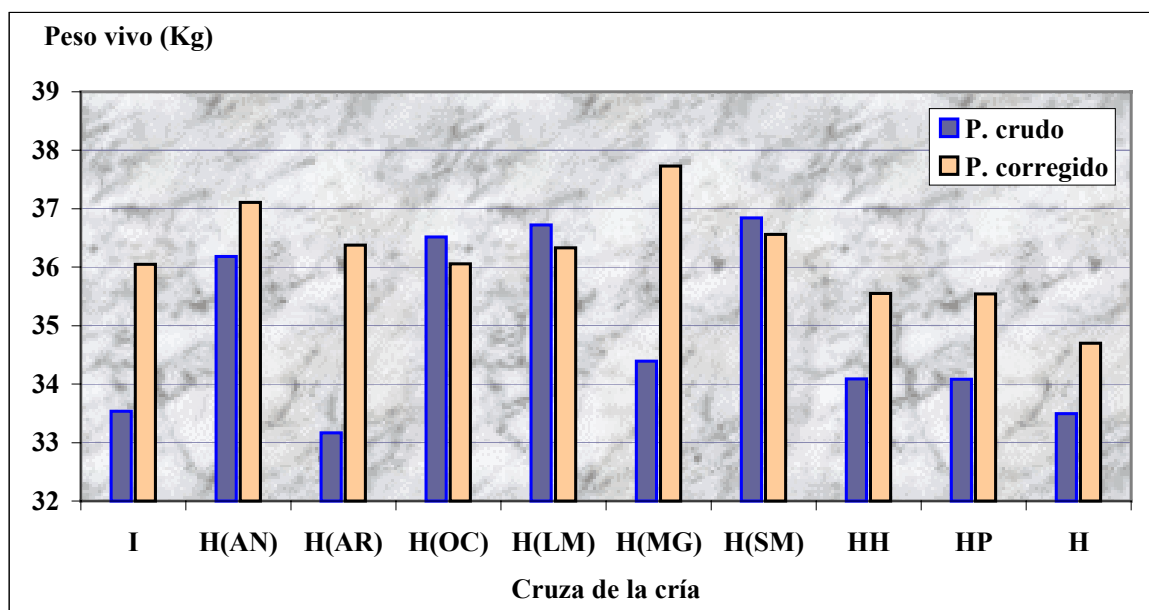


Figura N° 3: Promedios crudos y promedios corregidos para peso al nacimiento, en kilos, según la cruce, obtenidos de los datos recopilados del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 - 2001.

Donde;

- I: Híbridos (cruza no identificada)
- H(AN): Hereford x Angus Negro
- H(AR): Hereford x Angus Rojo
- H(OC): Hereford x Clavel
- H(LM): Hereford x Limousin
- H(MG): Hereford x Murray Grey
- H(SM): Hereford x Simmental
- HH: Hereford Astado
- HP: Polled Hereford
- H: Hereford (tipo no identificado)

En la figura N° 4, destaca el hecho de que los promedios crudos de peso de destete para todos los híbridos, cualquiera sean las razas involucradas en la cruce, son mayores que los promedios crudos obtenidos para los animales de raza Hereford pura, ya sean astados o polled, o bien Hereford de tipo no identificado. Esto reafirma lo presentado por diversos autores con relación a la superioridad dada por el vigor híbrido a animales producto de cruces de diferentes razas.

De acuerdo a la cruce (figura N° 4), y según las estimaciones realizadas los híbridos (I) pesan al destete  $22,47 \pm 2,43$  Kg ( $P=0,0001$ ) más que los Hereford puros, y en orden descendente, las cruces de Hereford x Simmental pesarían  $21,35 \pm 3,07$  Kg ( $P=0,0001$ ) más que los Hereford puros, le siguen las cruces de Hereford x Angus negro con  $19,37 \pm 3,64$  Kg ( $P=0,0001$ ) y Hereford x Overo colorado con  $6,84 \pm 3,37$  Kg ( $P=0,0428$ ). Las estimaciones para cruces de Hereford x Angus rojo, Hereford x Limousin y Hereford x Murray Grey no son estadísticamente significativas, siendo los valores  $22,78 \pm 13,59$  Kg ( $P=0,0939$ ),  $3,41 \pm 3,94$  Kg ( $P=0,3869$ ) y  $13,32 \pm 7,48$  Kg ( $P=0,0751$ ) respectivamente (cuadro N° 12).

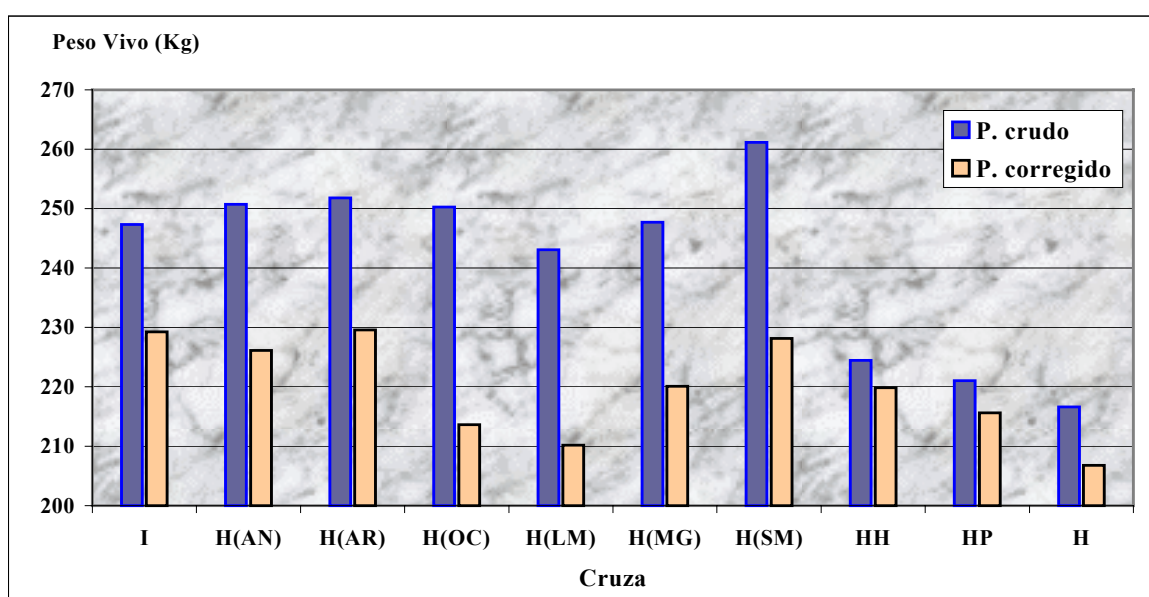


Figura N° 4: Promedios crudos y promedios corregidos para peso de destete, en kilos, según la cruce, obtenidos de los datos recopilados del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 - 2001.

Cuadro N° 12: Estimaciones y sus significancias para las distintas cruzas , obtenidas para la variable peso de destete a partir de los datos recopilados del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 – 2001.			
Cruza	Estimación	P*	Error Estándar
I	22,47	0,0001	2.43
H(AN)	19,37	0.0001	3.64
H(AR)	22,78	0.0939	13.59
H(OC)	6,84	0.0428	3.37
H(LM)	3,41	0.3869	3.94
H(MG)	13,32	0.0751	7.48
H(SM)	21,35	0.0001	3.07
HH	13,09	0.0001	1.61
HP	8,86	0.0001	1.61
H	0,00	-----	-----

\* probabilidades mayores a 0,05 indican que la estimación no es diferente de cero.

En la figura N° 5 se presentan las diferencias entre los promedios corregidos de pesos al nacer y de destete de todas las cruzas presentes en el rebaño estudiado. Se observa, por ejemplo, que de la craza de Hereford por Murray Grey se obtienen las crías de mayor peso al nacer, situación que no se repite para el peso de destete, que en definitiva es el parámetro productivo de mayor importancia en los rebaños crianceros.



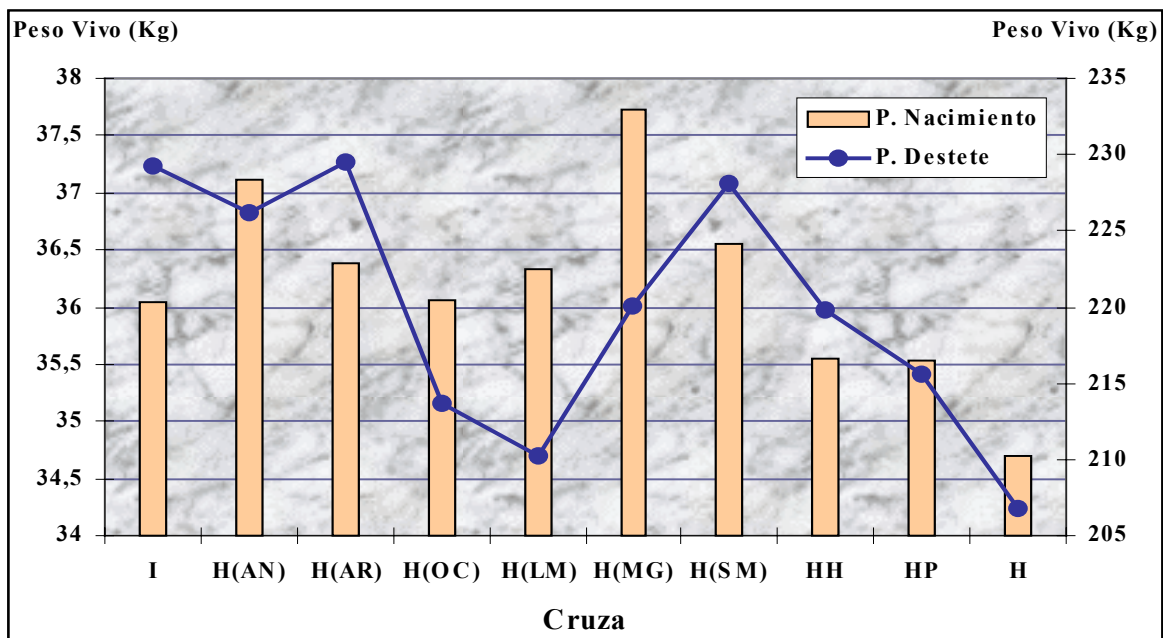


Figura N° 5: Promedios corregidos para peso al nacimiento y destete, en kilos, según la cruza, obtenidos de los datos recopilados del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 - 2001.

Donde;

- I: Híbridos (cruza no identificada)
- H(AN): Hereford x Angus Negro
- H(AR): Hereford x Angus Rojo
- H(CL): Hereford x Clavel
- H(LM): Hereford x Limousin
- H(MG): Hereford x Murray Grey
- H(SM): Hereford x Simmental
- HH: Hereford Astado
- HP: Polled Hereford
- H: Hereford (tipo no identificado)

En la figura N° 6 se grafica los promedios crudos obtenidos para peso al nacimiento según el país de origen del toro, destaca aquí la diferencia existente entre los pesos de hijos de toros nacionales (monta natural) y aquellos hijos de toros estadounidenses, siendo estos últimos los más pesados. A su vez destaca la similitud entre pesos de hijos de toros canadienses e ingleses y entre toros irlandeses y neozelandeses.

Los promedios presentados en la figura N° 6 muestran que la descendencia de toros nacionales se desteta con alrededor de 30 Kg menos que aquellos hijos de toros irlandeses, a estos últimos le siguen los hijos de toros estadounidenses y canadienses. Se puede apreciar que los toros irlandeses no son los que entregan, en promedio, las crías de mayores pesos al nacer, situación que se revierte al destete. También se observa que los hijos de toros nacionales presentan los pesos promedio más bajos, entendiéndose que el término “toros nacionales” se refiere principalmente a aquellos toros usados en monta natural.

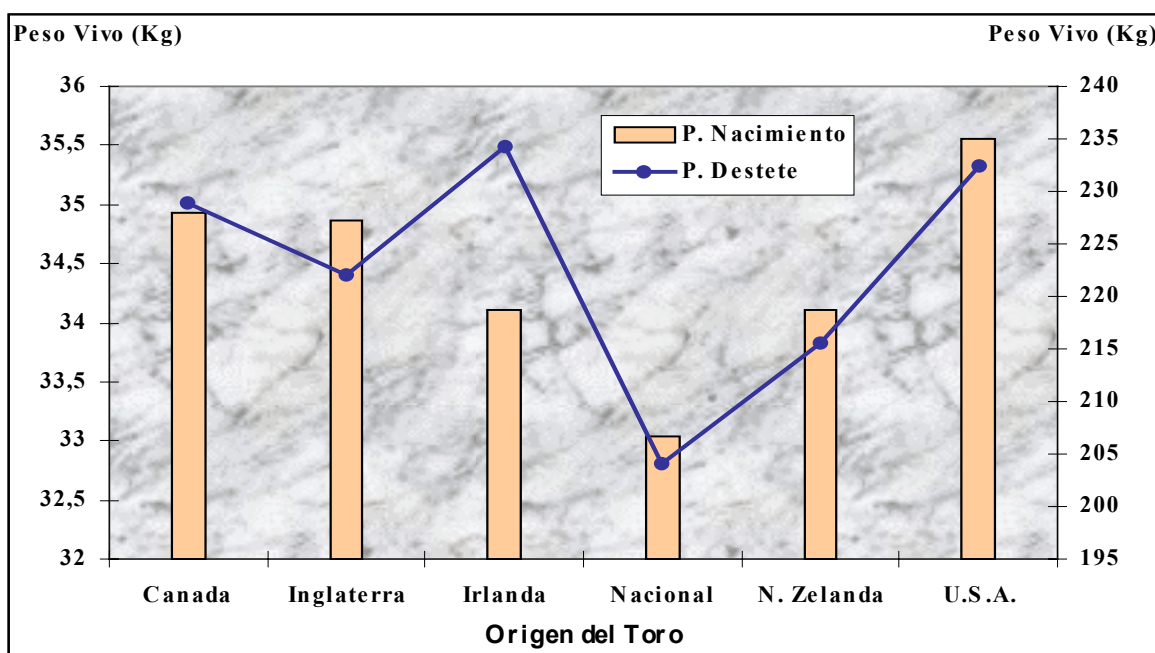


Figura N° 6: Promedios crudos para peso al nacer y destete, en kilos, según el país de origen del toro, obtenidos de los datos recopilados del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 - 2001.

Para el cálculo del peso ajustado a los 205 días sólo fue posible utilizar datos de 5334 animales, con esto se obtuvo un peso promedio de  $209,66 \pm 36,98$  Kg. Con la misma cantidad de datos se calculó la ganancia de peso diaria nacimiento-destete y la ganancia de peso total entre nacimiento y destete, obteniéndose valores promedio de  $0,858 \pm 0,17$  Kg y  $188,17 \pm 42,84$  Kg, respectivamente.

La figura N° 7 muestra el efecto de la edad de la madre sobre el peso al nacer y el peso de destete. En el anexo 4, se aprecian las diferencias entre las distintas edades, obtenidas mediante la comparación de los promedios de las mínimas cuadráticas. En general, las diferencias son significativas, principalmente entre vacas jóvenes y vacas maduras, así como también entre vacas viejas y vacas jóvenes, lo que se puede esperar, ya que es sabido que las vacas jóvenes y viejas, generalmente dan crías de menor peso al nacer.

En la misma figura se observa que las hembras de dos y tres años de edad, así como aquellas mayores de diez años, destetan crías más livianas. Esto se debe fundamentalmente a su capacidad de producción de leche, es decir, su habilidad materna. Las vacas de primer parto se encuentran aún en crecimiento, por lo tanto, la lactancia representa para ellas un estrés mayor. Por otra parte las vacas viejas disminuyen su producción de leche, sin considerar que tienen más posibilidades de haber desarrollado durante su periodo productivo algunas patologías que afecten directamente la cantidad de leche producida.

Al igual que para el peso al nacimiento, la edad de la madre resultó ser estadísticamente significativa sobre el peso de destete (Anexo 2), las estimaciones realizadas, al tomar como base los 16 años de edad, es decir las soluciones de los parámetros del modelo, demuestran que hay diferencias significativas sólo entre algunas edades. Por su parte, al comparar los promedios de las medias entre las distintas edades, existen diferencias significativas principalmente entre los pesos de crías hijas de vacas de entre dos y tres años de edad con crías de vacas de entre cuatro y diez años de edad (Anexo 5).

Así, la edad de la vaca es estadísticamente significativa para peso al destete, y aunque no todas las edades son diferentes, esto se puede esperar ya que los mayores pesos al nacimiento se producen en vacas maduras, las jóvenes y viejas dan terneros más pequeños. Considerando que el peso de destete está influenciado por el peso al nacer, es lógico pensar que aquellas crías hijas de vacas maduras serán más pesadas al destete que las crías hijas de vacas jóvenes y viejas.

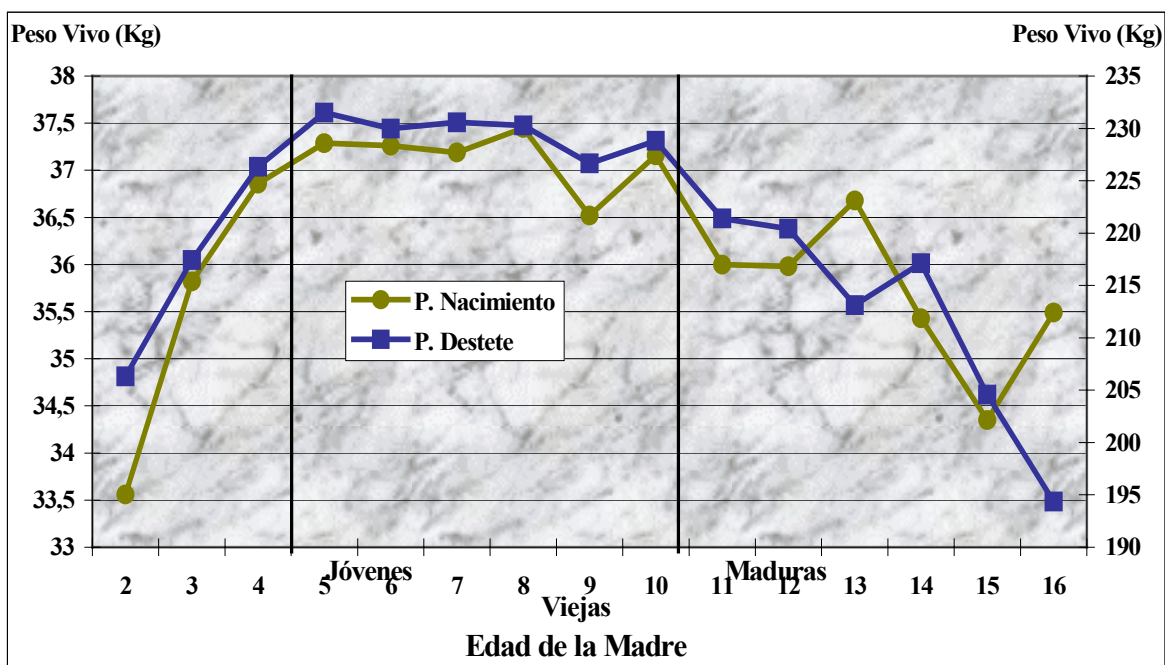


Figura N° 7: Efecto de la edad de la madre sobre el peso al nacer y peso de destete, en kilos, obtenidos de los datos recopilados del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 - 2001.

5.2.1. Correlaciones fenotípicas. Los valores de las correlaciones, y sus significancias, obtenidas entre las variables peso al nacimiento y peso al destete, peso al nacimiento y edad de la madre y peso de destete y edad de la madre se observan en el cuadro 13.

Cuadro N° 13: Correlaciones fenotípicas entre las variables peso al nacimiento, peso de destete y edad de la madre, estimadas en base a los datos recopilados del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 – 2001.			
	PN	PD	EM
PN	-	0,39140 0.0001	0,23526 0.0001
PD	0,39140 0.0001	-	0,27525 0.0001
EM	0,23526 0.0001	0,27525 0.0001	-

\* PN: Peso al nacimiento, PD: Peso al destete, EM: Edad de la madre.

### 5.3. Parámetros genéticos.

5.3.1. Varianza y Heredabilidad. Para la variable peso al nacimiento se obtuvo una varianza directa igual a  $3,88 \text{ Kg}^2$  y una varianza residual igual a  $10,16 \text{ Kg}^2$ . La heredabilidad estimada para peso al nacimiento fue  $0,27 \pm 0,02$ .

La varianza genética aditiva para peso al destete fue  $115,72 \text{ Kg}^2$ . En el modelo estadístico utilizado para estimar componentes de varianza de peso al destete ajustado a 205 días se incluyó el efecto materno, de esta forma la varianza materna fue de  $78,51 \text{ Kg}^2$ , la ambiental permanente fue de  $171,66 \text{ Kg}^2$  y la varianza residual la cual incluye la varianza ambiental temporal fue de  $545,48 \text{ Kg}^2$ . La heredabilidad estimada para peso al destete ajustado a los 205 días fue 0,12.

5.3.2 Valores Genéticos. Se estimó el promedio de los valores genéticos, según el año de nacimiento, para las variables peso al nacimiento y peso al destete.

En las figuras N° 8 y 9 se observan las tendencias genéticas para estas variables a través de los años.

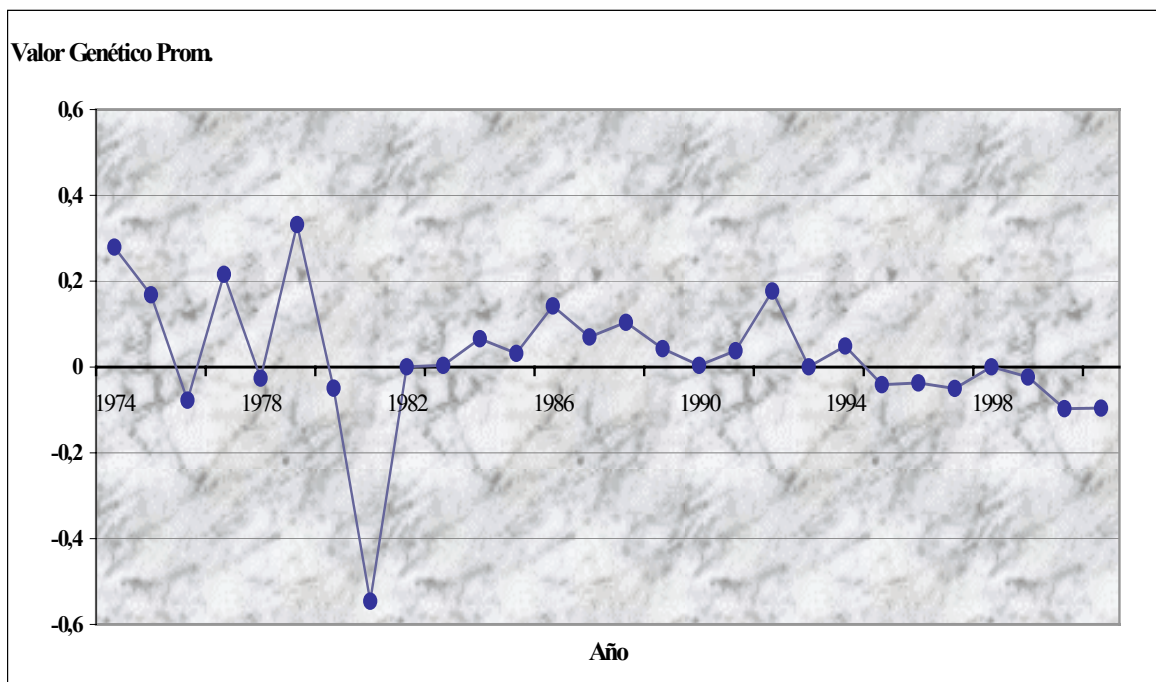


Figura N° 8: Valor genético promedio, por año de nacimiento para la variable peso al nacimiento obtenido a partir de los datos recopilados del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 - 2001.

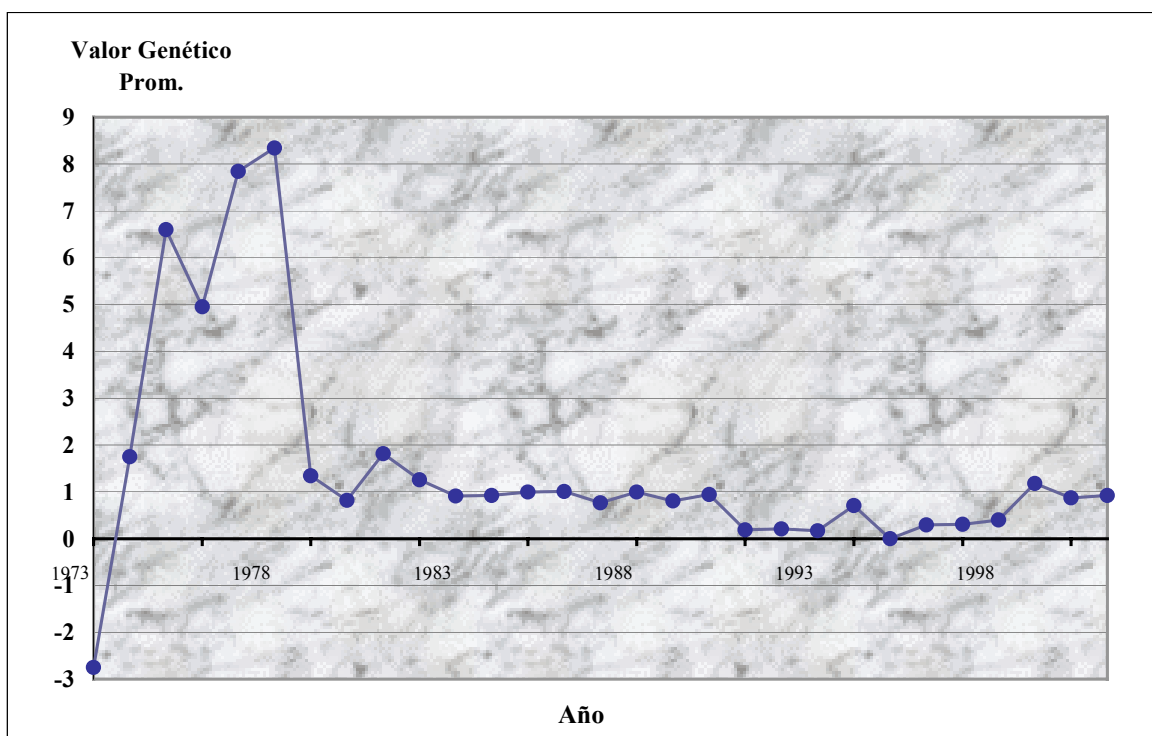


Figura N° 9: Valor genético promedio, por año de nacimiento para la variable peso al destete ajustado a 205 días, obtenido a partir de los datos recopilados del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al periodo 1984 - 2001.

## 6. DISCUSIÓN

### 6.1. Promedios fenotípicos y medias mínimo cuadráticas.

6.1.1. Peso al nacimiento. Para el peso al nacimiento se observa una variación significativa según el año de nacimiento (figura N° 1, cuadro N° 10), se pueden identificar los menores pesos de nacimiento en los años 1984, 1985, 1988 y 2001.

Estas diferencias, que en años extremos alcanzan los 4,83 Kg se pueden deber a muchos factores, entre ellos el uso de toros seleccionados por bajo peso al nacimiento en algunos años en particular, factores climáticos como la pluviometría, y por ende, la cantidad de pasto disponible, no siendo causa de los bajos pesos en todos ellos las condiciones climáticas, ya que solo el año 1988 presentó una pluviometría menor al promedio, considerándose éste como un año seco (anexo 3). Cabe destacar que el año 1984, aunque no presentó una pluviometría inferior al promedio, puede haber estado influenciado por las condiciones climáticas del año anterior, el cual fue seco.

También existe una marcada diferencia en los pesos promedios al nacimiento según el país de origen del toro (figura N° 6), siendo los pesos más bajos los de los hijos de toros nacionales (monta natural) y los más altos los de los hijos de toros estadounidenses. Sin ir en desmedro de los reproductores nacionales, esto muestra la falta de evaluación, para así identificar los toros más favorables para nuestro medio, y aunque muchos de los toros nacionales son hijos de toros importados, no existe un sistema de evaluación que identifique los animales de mejor valor genético.

Las medias obtenidas según el sexo de la cría, 37,1 Kg y 35,2 Kg, para machos y hembras respectivamente, son similares a los obtenidos por Porte (1979a), para la raza Hereford, quien presenta valores de  $34,2 \pm 4,2$  Kg de peso al nacer corregido para el sexo macho. Por su parte Viollier (1983) obtuvo un promedio de 35,5 Kg y Smulders (1991) obtuvo pesos para machos y hembras de 36,6 Kg y 34,2 Kg respectivamente. Pesos de nacimiento registrados en trabajos realizados en el extranjero, también en animales de raza Hereford, resultan ser algo superiores a los resultados obtenidos en este estudio, es así como Sullivan y col. (1999), presentan un promedio para peso al nacimiento de 39,7 Kg, a su vez, para Davis y col. (1998), la media mínima cuadrática obtenida fue de 39,2 Kg. Lawlor y col. (1984) obtienen promedios de 37,9 Kg, lo que se acerca a los promedios nacionales.

Según las estimaciones realizadas en este estudio existiría aproximadamente 1,84 Kg de superioridad de los machos por sobre las hembras. A su vez Reinike (1998) habla de una superioridad de 2,06 Kg para los machos, diferencia que confirma Magofke y col. (1994), quien obtuvo 2 Kg de superioridad para los machos. El mismo autor explica esta diferencia,



refiriéndose a la mayor duración del periodo de gestación de los terneros machos con respecto a las hembras.

Otro factor que hizo variar notablemente los valores de los pesos al nacer fue el tipo de cruce (figura N° 3), considerando que finalmente en el rebaño estudiado y particularmente dentro del rebaño masa existían animales híbridos. Así, de acuerdo con la literatura, se observa que las diferencias entre animales Hereford puros y cruces de Hereford varían entre tres y cuatro kilos de superioridad a favor de los híbridos.

Franke y col. (2001), obtiene un peso de nacimiento para bovinos Hereford puros de  $31,6 \pm 0,4$  Kg, y  $32,8 \pm 0,6$  Kg,  $37,1 \pm 0,6$  Kg para las cruces de Hereford con Angus y Hereford con Charolaise, respectivamente. Las diferencias obtenidas concuerdan con Lamb y col. (1992), quienes obtuvieron promedios de peso al nacimiento para Hereford puros de 32,0 Kg; para las cruces de Hereford con Angus, Hereford con Charolaise, Hereford con Limousin y Hereford con Simmental los valores fueron 32,3 Kg, 37,3 Kg, 35,0 Kg y 35,6 Kg, respectivamente.

Considerando la edad de la madre, los resultados obtenidos concuerdan con la literatura (figura N° 7), reiterándose el hecho de que los menores pesos al nacer se obtienen de vacas de dos años, lo que correspondería a un primer parto; luego se aprecia un aumento paulatino de los pesos desde los tres hasta los ocho a diez años de edad de la madre. A partir de este punto los pesos comienzan a disminuir.

Van Vleck y Cundiff (1998), estiman pesos de nacimiento con 4,05 Kg y 4,63 Kg menos, para hembras y machos, respectivamente, hijos de madres de dos años de edad, esta diferencia disminuye hasta 0,2 Kg menos en hijos de madres de cuatro años y aumenta nuevamente cuando se comparan los pesos de nacimiento de crías nacidas de madres de diez años o más con aquellas de entre cinco y nueve años de edad.

Podlech, citado por Magofke y col. (1994), obtuvo pesos de nacimiento iguales a 26,5 Kg en terneros hijos de madres de dos años, 32,8 Kg para hijos de madres de cuatro años y sobre los 33 Kg para hijos de madres de entre cinco y nueve años. Así también coincide lo señalado por De Alba (1964), quien describe un aumento lineal de los pesos al nacer a medida que avanza la edad de la madre, siendo este efecto perceptible hasta los seis años de edad. El mismo autor señala que pasado este nivel, una mayor edad de la madre, no influye sobre el peso al nacer de sus crías.

6.1.2. Peso al destete. Para el peso al destete, las medias mínimo cuadráticas obtenidas alcanzan valores de 212,42 Kg para las hembras y 227,43 Kg para los machos. Estos valores son algo superiores a los presentados por Smulders (1991), (182,69 Kg y 167,49 Kg), Reinike (1998), (175,92 Kg y 164,78 Kg), Campos (1998), (187,72 Kg y 174,431 Kg), Porte (1979), (171,9 Kg y 163,2 Kg), Koch y col. (1973), (196,4 Kg y 181,5 Kg).

Si bien las diferencias no son exageradas; estas pueden atribuirse tanto a factores ambientales, como también a la edad de destete, ya que el promedio resultante de este trabajo

y presentado anteriormente no es un promedio ajustado a 205 días, a diferencia de los otros mencionados. Aún así el peso ajustado a los 205 días obtenido en este estudio,  $209,66 \pm 36,98$  Kg, sigue siendo algo superior a los presentados por la literatura.

La superioridad de los machos por sobre las hembras, para el peso de destete, se explica fundamentalmente por la mayor capacidad de crecimiento dada por los mayores pesos al nacimiento, lo que se traduce en una mayor capacidad de consumo de los machos con respecto a las hembras.

Las diferencias de pesos al destete según el año de nacimiento (figura N° 2, cuadro N° 11) se pueden explicar principalmente debido a cantidad de alimento de pradera disponible y en consecuencia la cantidad de leche producida por la madre; ambas dependientes del clima de cada año en particular. Los años extremos alcanzan diferencias de alrededor de 52 Kg, que también puede atribuirse a lo anteriormente planteado, además de considerar factores tales como la composición etárea del rebaño en los diferentes años.

Al considerar la edad de la madre, los resultados obtenidos, (figura N° 7) concuerdan con la literatura, observándose un aumento paulatino del peso al destete hasta los cuatro años de edad; en adelante las variaciones son mínimas y luego a partir de los once años de edad, el peso de destete de las crías comienza a disminuir. Magofke y col. (1994), explica estos menores pesos de destete por la menor producción de leche de madres de dos y tres años de edad, así como en vacas mayores de once años. Además influyen los menores pesos de nacimiento observados en estos mismos grupos de edad. El mismo autor cita a Kress y Burffening (1972), quienes obtienen valores de 158,8 Kg para crías destetadas de madres de dos años de edad, valor que aumenta por sobre los 188 Kg entre los seis y siete años de edad de la madre. Valores similares obtuvieron Podlech y Vessely y col., citados también por Magofke y col. (1994).

En cuanto a la condición de parto, los resultados obtenidos muestran que las vacas que presentaron distocias, leves o no, es decir, aquellas que requirieron ayuda leve o intensa, destetaron crías más livianas que las vacas que tuvieron partos normales. Es lógico esperar que crías de mayor peso al nacer se desteten también más pesadas, aun cuando los resultados obtenidos en este estudio muestran que aquellas crías producto de un parto distócico, nacen pesando más que las crías nacidas de un parto normal. Esto puede deberse a la relación existente entre la condición de parto y la edad de la madre, ya que es esperable que la mayoría de las distocias se presenten en hembras de primer parto, como también en aquellas hembras de edad muy avanzada, lo que coincide con la menor producción de leche de las hembras dentro de estos grupos de edad. Por otro lado, existe la posibilidad de aquellas hembras que presentaron problemas al parto hayan presentado alguna patología anexa que afectara a la postre su producción lechera.

Las diferencias obtenidas entre cruza para peso al destete, (figura N° 4, cuadro N° 12), dentro del rebaño masa, se podían esperar, al considerar el vigor híbrido. Los animales híbridos, producto de cruza no identificadas superan a los animales de raza Hereford en  $22,47 \pm 2,45$  Kg ( $P=0,0001$ ). Dentro de las cruza identificadas, los híbridos producto de cruza

Hereford por Simmental y Hereford por Angus, muestran una superioridad de  $21,35 \pm 3,07$  Kg ( $P=0,0001$ ) y  $19,37 \pm 3,64$  Kg ( $P=0,0001$ ), respectivamente. Estos resultados son respaldados por Lawlor y col. (1984), quien obtuvo 16 Kg de superioridad de las cruzas Hereford x Simmental por sobre los Hereford puros, para peso de destete a los 180 días, a su vez Gregory y col. (1979), presentan una diferencia de 18 Kg a favor de las cruzas Hereford por Angus, para peso de destete a los 200 días.

En cuanto al país de origen del toro, los promedios crudos obtenidos muestran diferencias de alrededor de 30 Kg para valores extremos, siendo las crías más livianas al destete aquellas hijas de toros nacionales, usados en monta natural (figura N° 6). Es importante mencionar que los resultados presentados sobre este punto en particular, son solo promedios crudos, ya que el origen del toro no fue una variable estadísticamente significativa, por lo que no fue incluida en el análisis de regresión realizado en este estudio. Sin embargo, los promedios obtenidos demuestran que a nivel nacional falta mucho por avanzar en relación al tema de la selección y realización de análisis genéticos de reproductores nacionales disponibles en nuestro mercado.

Las correlaciones fenotípicas entre peso al nacimiento y peso al destete, peso al nacimiento y edad de la madre, y peso al destete y edad de la madre son positivas y estadísticamente significativas (cuadro N° 13).

La correlación obtenida entre peso de nacimiento y peso al destete está dentro del rango presentado por Magofke y col. (1979) (0,30 a 0,50), a su vez concuerdan con los valores obtenidos por Porte y col. (1979c) (0,36), Koch y col. (1973) (0,35 y 0,43, para machos y hembras, respectivamente), Smulders (1991) (0,32), Reinike (1998) (0,40) y Brinks y col. (1964), quien presenta valores de 0,40 para la misma correlación en hembras Hereford.

Estas correlaciones apoyan lo indicado por Magofke y col. (1994), quien señala que el peso al nacer es un indicador del tamaño y vigor del ternero al iniciar su desarrollo postnatal. Crías más pesadas al nacer tienen mayor capacidad para lactar, tienden a mantener la persistencia de la lactancia de la madre y por ende, obtienen un mayor peso al destete. Por otro lado, según el mismo autor, pesos muy grandes al nacimiento, no son deseables, ya que pueden traducirse en mayores dificultades al parto. Esto coincide con las estimaciones realizadas en este estudio y que resultaron ser estadísticamente significativas.

El peso al nacer también presenta una correlación fenotípica positiva con la edad de la madre (0,23), acercándose a lo obtenido por Reinike (1998) (0,28). De Alba (1964), menciona que a una mayor edad de la madre al parto se observa un incremento en el peso de nacimiento de las crías, siendo la correlación fenotípica obtenida igual a 0,35. Este efecto, según el mismo autor, es notorio hasta los seis años de edad, es decir, alrededor del cuarto parto; a una mayor edad de la madre este efecto no es observado.

La correlación fenotípica entre el peso al destete y la edad de la madre obtenida en este estudio (0,27), es positiva y bastante superior a lo presentado por Reinike (1998) (0,07).

Según Magofke y col. (1994), las correlaciones fenotípicas entre la edad de las vacas y el peso de destete de las crías son siempre positivas en vacas menores de seis años de edad, dependiendo estos pesos de la habilidad materna y de la edad de la vaca. Si bien en este estudio existen registros de vacas de hasta dieciséis años de edad, aquellas de hasta siete años representan el mayor porcentaje, lo que explica la correlación positiva entre estos caracteres.

## 6.2. Parámetros genéticos.

No obstante el índice de herencia obtenido para el peso al nacimiento ( $0,27 \pm 0,02$ ), esta dentro del rango establecido por la literatura, se encuentra en el límite inferior, siendo menor a lo indicado por Van Vleck y col. (1998) ( $0,44$  y  $0,47$ ), Koch y col. (1973) ( $0,57$  y  $0,49$ ) (para hembras y machos, respectivamente) y Bennett y Gregory (1996) ( $0,54$ ). Sin embargo, es similar a lo presentado por Porte y col. (1979); ( $0,26 \pm 0,13$  por regresión intramacho y  $0,33 \pm 0,13$  por correlación intraclase). Smulders (1991) obtiene un índice de herencia de  $0,31$ , por correlación entre medios hermanos, a su vez Magofke y col. (1994) presentan resultados obtenidos en varios estudios realizados con anterioridad a 1973, donde se aprecian índices de heredabilidad que van de  $0,11$  a  $0,53$ . Aunque la estimación obtenida en este trabajo está dentro de los rangos esperados de este parámetro la comparación directa de resultados no es totalmente correcta ya que la metodología de los trabajos revisados es diferente.

Para el peso al destete ajustado a los 205 días, el índice de herencia obtenido ( $0,12$ ) es bajo en relación a los promedios presentados en la literatura.

Porte (1979c), presentan valores para heredabilidad del peso de destete de  $0,29 \pm 0,06$  y de  $0,33 \pm 0,12$ , por regresión intramacho y correlación intraclase, respectivamente. Fan y col. (1994) obtienen un índice de herencia, para machos, de  $0,46 \pm 0,25$ , Bennett y Gregory (1996), alcanzan un valor de  $0,23$ , Koch y col. (1973), presentan valores iguales a  $0,15 \pm 0,07$  y  $0,25 \pm 0,1$  para machos y hembras, respectivamente, por su parte Van Vleck (1998) estima una heredabilidad de  $0,19$  para los machos y de  $0,25$  para las hembras. Smulders (1991), Reinike (1998), presentan valores iguales a  $0,25$  y  $0,35$ , respectivamente.

Las causas del bajo índice de herencia obtenido en este estudio pueden ser muchas y se desconoce la razón precisa. La causa más común de bajas estimaciones de heredabilidad es la existencia de una gran varianza ambiental en relación a la varianza genética aditiva. La estructura de la población en la matriz de parentesco genético aditivo también influencia las estimaciones, animales con padres desconocidos generan una matriz de parentesco genético con una gran proporción de ceros lo que lleva a una menor eficiencia en el uso de la información.

Es importante considerar que las hembras permanecen en el rebaño hasta una edad avanzada, y son las madres de los toros utilizados en el mismo rebaño, además, los toros utilizados, ya sea por inseminación o por monta natural se repiten a través de los años, o bien se utilizan hijos, hermanos o medios hermanos de los mismos, así la variación genética no es

tan alta como se puede esperar. Esto puede traducirse en la existencia de una población con alto grado de endogamia, lo que según Falconer (1976), hace posible que disminuya la varianza genética y con ello la heredabilidad.

Los promedios del valor genético según al año de nacimiento, presentados en este estudio para ambas variables, peso al nacimiento y peso de destete, demuestran que la tendencia genética se ha mantenido constante a través de los años en este rebaño.

Para el peso al nacimiento, (figura N° 8), la pendiente de la curva no es significativamente diferente de cero, lo que indica que la tendencia genética no ha cambiado, y para el peso al destete, (figura N° 9), la tendencia es negativa pero no es significativamente diferente a cero, lo que permite decir que esta se ha mantenido.

En general es deseable mantener el peso al nacimiento constante pero el peso al destete debería aumentar genéticamente, con el objeto de destetar terneros cada vez más pesados. La tendencia genética para peso al destete se ha mantenido constante en el rebaño La Pampa; esto se debe a que solo se ha realizado selección en base a fenotipo y siendo la heredabilidad de peso al destete en este rebaño muy baja (0,12) lo lógico es que la selección por fenotipo no sea efectiva y se mantenga la media genética del rebaño.

Si bien la heredabilidad estimada para el peso al nacimiento (0,27), no es baja, está dentro de los rangos inferiores presentados en la literatura, para el peso de destete la heredabilidad estimada fue baja (0,12).

Por otra parte, para estimar los valores genéticos se trabajó con el método BLUP (Mejor Predicción Lineal Insesgado), el que maximiza la seguridad de predicción (estimación), utilizando información de los padres, propia y de la progenie, además si existen abuelos o bisabuelos con información esta se incluye en la estimación.

Debido a la calidad y cantidad de información existente no fue posible incluir otros pesos de importancia económica en este estudio. Si bien la recolección de datos fue minuciosa, los registros reproductivos y productivos se mantienen en cuadernos y hojas de campo que dificultaron el proceso. Sumándose a lo anterior, problemas administrativos internos ocurridos en años anteriores se tradujeron en pérdida de información en algunos años en particular.

### 6.3. Conclusiones.

- a.- En las medias mínimo cuadráticas obtenidas para las variables peso al nacimiento y peso de destete, influyeron significativamente el año de nacimiento, el tipo de parto, el sexo de la cría y edad de la madre. En cuanto al tipo de cruce, las diferencias fueron significativas sólo para algunas de ellas.
- b.- Las correlaciones fenotípicas calculadas entre peso al nacimiento y peso al destete, peso al nacimiento y edad de la madre y peso al destete y edad de la madre son positivas.
- c.- La heredabilidad obtenida para el peso al nacimiento se encuentra dentro de los rangos considerados como normales para la raza Hereford. No así la heredabilidad obtenida para peso al destete; el valor estimado es considerado bajo.
- d.- El valor genético promedio estimado para peso al nacimiento y peso al destete se ha mantenido constante a través de los años, lo que demuestra que no ha habido cambio genético en este rebaño.
- e.- Los registros existentes no permitieron considerar otras mediciones de peso vivo.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- BENNETT, G.L. y K.E. GREGORY. 1996. Genetic (co)variances among birth weight, 200-day weight, and postweaning gain in composites and parental breeds of beef cattle. *Journal of Animal Science*. 74:2598-2611.
- BENNETT, G. L. y K.E. GREGORY. 2001. Genetic (co)variances for calving difficulty score in composite and parental populations of beef cattle: I. Calving difficulty score, birth weight, weaning weight, and postweaning gain. *Journal of Animal Science*.79: 45-51.
- CAMPOS, P.A. 1998. Evaluación de los efectos ambientales sobre el peso al destete del ganado Hereford del predio Punahue, provincia de Valdivia. Tesis. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Austral de Chile.
- CHRISTENSEN, K. Population genetics.  
[http://www.kursus.kvl.dk/shares/vetgen/\\_Popgen/genetics/genetik.htm](http://www.kursus.kvl.dk/shares/vetgen/_Popgen/genetics/genetik.htm) (accessed on November 25, 2002).
- DALTON, D.C. 1987. An introduction to practical animal breeding. Second Edition. Collins Professional and Technicals Books. Londres, Inglaterra.
- DAVIS, K.C., D.D. KRESS, D.E. DOORNBOS y D.C. ANDERSON. 1998. Heterosis and breed additive effects for Hereford, Tarentaise, and the reciprocal crosses for calf traits. *Journal of Animal Science*. 76:701-705.
- DE ALBA, J. 1964. Reproducción y genética animal. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Editorial Turrialba. Costa Rica.
- FALCONER, D.S. 1976. Introducción a la genética cuantitativa. Compañía Editorial Continental S.A. México.
- FAN, L.Q., D.R. C. BAILEY y N. H. SHANNON. 1995. Genetic parameter estimation of postweaning gain, feed intake, and feed efficiency for Hereford and Angus bulls fed two different diets. *Journal of Animal Science*. 73:365-372.
- FERRANDO, A. 1990. Antecedentes a considerar para aumentar la producción de terneros destetados en rebaños crianceros. *Avances en Producción Animal*. Instituto de Producción Animal, Universidad Austral de Chile. Valdivia.

- FRANKE, D.E., O. HABET, L.C. TAWAH, A.R. WILLIAMS y S. M. DE ROUEN. 2001. Direct and maternal genetic effects on birth and weaning traits in multibreed cattle data and predicted performance of breed crosses. *Journal of Animal Science*. 79:1713-1722.
- GREGORY, K.E., G.M. SMITH, L.V. CUNDIFF, R.M. KOCH y D.B. LASTER. 1979. Characterization of biological types of cattle- cycle III: I. Birth and weaning traits. *Journal of Animal Science*. 48:2.
- GROENEVELD, E., y A. GARCÍA-CORTÉS. 1998. VCE4.0, A (Co)Variance component package for frequentists and Bayesians. Vol. XXVII p.455-456. En *Proceedings 6<sup>th</sup>. World Congress Genet. Appl. Livest. Prod.*, Armidale, Australia.
- GROENEVELD, E. 2002. Animal breeding group. <http://www.tzv.fal.de/~eg/> (accessed on January 29, 2002)
- HENDERSON, C. R. 1950. Estimation of genetic parameters. *Ann. Math. Stat.* 21:309. (Abstr.)
- HENDERSON, C.R. 1984. *Applications of linear models in animal breeding*. Univ. Guelph. Ontario. Canadá.
- KOCH, R.M., L.V. CUNDIFF, K.E. GREGORY y G.E. DICKERSON. 1973. Genetic and phenotypic relations associated with preweaning and postweaning growth of Hereford bulls and heifers. *Journal of Animal Science*. 36:2.
- LAMB, M.A., M.W. TESS y O.W. ROBISON. 1992. Evaluation of mating systems involving five breeds for integrated beef production systems: I. Cow-calf segment. *Journal of Animal Science*. 70:689-699.
- LAWLOR, T. J., D.D. KRESS, D.E. DOORNBOS y D.C. ANDERSON. 1984. Performance of crosses among Hereford, Angus and Simmental cattle whit different levels of Simmental breeding. I. Preweaning growth and survival. *Journal of Animal Science*. 58:6.
- MAGOFKE, J. C., A. BASUALDO, R. NEIRA y X. GARCÍA. 1994. Mejoramiento genético del bovino de carne. En: PORTE, E. *Producción de carne bovina*. Cuarta edición. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- NORTHCUTT, S.L. y BUCHANAN, D.S. Expected progeny difference. Part I, BacKground on breeding value estimation. <http://sfbfp.ifas.ufl.edu/1BGBVE.html> (accessed on November 25, 2002)
- PÁEZ, F. R. 1982. *Prospección de la situación productiva de bovinos Hereford en la décima región*. Tesis. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Austral de Chile.



- PATTERSON, H. D. y R. THOMPSON. 1971. Recovery of inter-block information when the block sizes are unequal. *Biometrika* 58:545-555.
- PORTE, E., A. MANCILLA, H. GONZALES y P. COQUELET. 1984. Capacidad de producción más probable en pesos al nacer y destete de vacas Hereford. *Avances en Producción Animal*. 9(1-2): 109-119.
- PORTE, E. 1994. Producción de carne bovina. Cuarta edición. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- PORTE, E., J. C. MAGOFKE, A. MANCILLA y R. RAMIREZ. 1979a. Análisis genético del rebaño experimental de la Universidad de Chile. I. Indices productivos. *Avances en Producción Animal*. 4(2): 75-86.
- 1979b. Análisis genético del rebaño experimental de la Universidad de Chile. II. Pruebas de comportamiento. *Avances en Producción Animal*. 4(2): 87-95.
- 1979c. Análisis genético del rebaño experimental de la Universidad de Chile. III. Prueba de progenie y selección individual. *Avances en Producción Animal*. 4(2): 97-106.
- REINIKI, A.R. 1998. Influencia de factores ambientales y genéticos en el comportamiento productivo y reproductivo del ganado Hereford en un predio de la décima región, Chile. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile.
- SAS<sup>®</sup>. User's Guide: Statistics, Version 6.4. Edition 1990. SAS. Inst. Inc., Cary, N.C.
- SMULDERS, J. P. 1991. Estimación de parámetros genéticos para peso y ganancia de peso en el rebaño Hereford de la Universidad Austral de Chile, Fundo Punahue, 1975 a 1989. Tesis. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Austral de Chile.
- SULLIVAN, P.G., J.W. WILTON, S.P. MILLER y L.R. BANKS. 1999. Genetic trends and breed overlap derived from multiple-breed genetic evaluations of beef cattle for growth traits. *Journal of Animal Science*. 77:2019-2027.
- TOSSO, J. (ed). 1985. Suelos Volcánicos de Chile. INIA. Santiago, Chile.
- URIBE, H. 1995. Genética ganadera. Apuntes de clases. Instituto de Zootecnia. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Austral de Chile.
- VAN VLECK, L.D. y L.V. CUNDIFF. 1998. Sex effects on breed of sire differences for birth, weaning, and yearling weights. *Journal of Animal Science*. 76:1528-1534.
- VIOLLIER, A. H. 1983. Efectos del destete temprano en ganado Hereford con parición de otoño y descripción de curvas de crecimiento (1972-1980) en Punahue. Tesis. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Austral de Chile.

WATTIAUX, M. A. Habilidad de transmisión predicha y confiabilidad.  
[http://babcock.cals.wisc.edu/spanish/de/pdf/16\\_s.pdf](http://babcock.cals.wisc.edu/spanish/de/pdf/16_s.pdf) (accessed on March 10, 2003).

ZERLOTTI, M. E., R. BARBOSA y A. BORJAS. 1995. Parámetros genéticos para características de crecimiento en cebuinos de carne. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 3(1): 45-89.

## 8. ANEXOS

Anexo 1: Análisis de Varianza para la variable peso al nacimiento, obtenido de la regresión realizada a los datos recopilados de los registros del fundo La Pampa, correspondientes al período 1984 – 2001.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de los Cuadrados	Media de los Cuadrados	Valor F	Pr >F
Año	17	8862,44139903	521,32008230	37,02	0,0001
Sexo Cría	1	4527,91638755	4527,91638755	321,55	0,0001
Tipo Cruza	9	1641,86686601	182,42965178	12,96	0,0001
Condición Parto	2	926,57958393	463,28979196	32,90	0,0001
Edad Madre	14	8027,68391804	573,40599415	40,72	0,0001
Error	5504	77504,87543720	14,08155440	---	---

Anexo 2: Análisis de Varianza para la variable peso de destete, obtenido de la regresión realizada a los datos recopilados de los registros del fundo La Pampa, correspondientes al período 1984 – 2001.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de los Cuadrados	Media de los Cuadrados	Valor F	Pr >F
Peso Nac.	1	548335,07974836	548335,07974836	609,75	0,0001
Edad Dest. *	1	1346520,86713067	1346520,86713067	1497,34	0,0001
Año	17	936638,91907967	55096,40700469	61,27	0,0001
Sexo Cría	1	249062,16956631	249062,16956631	276,96	0,0001
Tipo Cruza	9	167478,02155573	18608,66906175	20,69	0,0001
Condición Parto	2	22685,79564459	11342,89782229	12,61	0,0001
Edad Madre	14	282831,79949161	20202,27139226	22,47	0,0001
Error	4811	4326407,23524822	899,27400442	---	---

\* Edad de destete en días.

Anexo 3. Registro mensual, total anual y promedio mensual de precipitaciones de la estación meteorológica del Centro Experimental La Pampa, correspondientes al periodo entre los años 1984 y 2001.

Año	Meses												Total Anual	Promedio Mensual
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1984	34,5	101,5	37,1	82,1	217,5	176,7	171,3	48,4	148,3	170	26,1	25	1238,5	103,2
1985	75,9	86,3	50,5	203,1	291,2	234	114,8	114,2	130	76,7	50,4	24	1451,1	120,9
1986	95,8	107,8	86,5	204,8	242,5	168,8	115	188,2	93,5	91,3	116,9	6,9	1518	126,5
1987	8,2	72,6	85,4	112,8	120,5	91,4	292	120,5	131,7	95,9	26,3	31,9	1189,2	99,1
1988	49	4,5	46,5	55,2	82	186	98,8	153,5	104,1	42,7	4	47,5	873,8	72,8
1989	42,9	17,2	60,9	73,8	48,2	92,8	203,5	237	90	72,8	33,4	116,5	1089	90,8
1990	49,5	37,5	57	119,3	158,4	108,7	112,1	156,2	168,8	76	44,5	30,2	1118,2	93,2
1991	51,9	39,3	55,2	66,1	197,6	101,9	165,9	130,6	122,4	71,2	72,9	132,5	1207,5	100,6
1992	3,1	163,8	150,4	134,6	176	202,2	86,6	86,8	97,9	102,1	35,8	110,9	1350,2	112,5
1993	27,1	23,2	205,3	247,1	221,7	222,1	197,8	60,8	50	119	84,7	39,8	1498,6	124,9
1994	23,7	25,3	38,5	146,4	233,9	254,1	183,4	137,2	84,4	110,1	77	94,6	1408,6	117,4
1995	63	9,2	35,8	143,3	92,7	269,3	177,9	230	61,9	94,9	56,1	5,2	1239,3	103,3
1996	48,6	51,5	69,2	105,5	142,9	73,8	67,9	178,3	74,3	48,3	83,1	34,3	977,7	81,5
1997	110,5	29,7	12,3	221,5	109,8	307,8	282	100,8	111,3	181,3	74,1	40,6	1581,7	131,8
1998	28,3	6,4	48,3	71	160,2	146,6	110,7	136,5	60,9	18,1	24,3	30,7	842	70,2
1999	32	36,2	67,4	30,9	111,3	227,8	71,4	197,7	103,5	27,7	53	36,3	995,2	82,9
2000	39,7	118,4	59,9	87,6	81,7	421,9	162,7	68	88,6	93,8	87,1	22,9	1332,3	111,0
2001	134,7	34,6	99,5	51,5	232,5	177,1	280,5	118,7	51,2	37,5	82,5	12,1	1312,4	109,4

Anexo 4. Prueba T (comparación de los promedios de las mínimas) para la variable peso al nacimiento, según la edad de la madre, obtenida del análisis de regresión realizado a los datos recopilados del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al período de 1984 – 2001.

Edad (Años)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	-	-11,4028 0,0001	-16,2999 0,0001	-17,9863 0,0001	-17,9863 0,0001	-17,0132 0,0001	-15,9502 0,0001	-11,2292 0,0001	-12,01 0,0001	-7,4806 0,0001	-5,53113 0,0001	-5,33583 0,0001	-2,65351 0,0080	-0,66132 0,5084	-1,02268 0,3065
3	11,4028 0,0001	-	-5,06059 0,0001	-6,72035 0,0001	-6,82992 0,0001	-6,34254 0,0001	-6,5459 0,0001	-2,62091 0,0088	-4,44716 0,0001	-0,52462 0,599	-0,35072 0,7258	-1,45595 0,1455	0,557558 0,5772	1,227327 0,2198	0,177483 0,8591
4	16,29995 0,0001	5,060588 0,0001	-	-1,93695 0,0528	-1,89345 0,0584	-1,49154 0,1359	-2,36636 0,0180	1,289991 0,1971	-1,00238 0,3162	2,618727 0,0089	2,012092 0,0443	0,317918 0,7506	2,028535 0,0426	2,093439 0,0364	0,728296 0,4665
5	17,31273 0,0001	6,720346 0,0001	1,936947 0,0528	-	0,109235 0,9130	0,426945 0,6694	-0,62197 0,5340	2,8132 0,0049	0,398978 0,6899	3,864388 0,0001	2,955082 0,2996	1,037366 0,0031	2,618161 0,0089	2,4446 0,0145	0,952612 0,3408
6	17,98631 0,0001	6,829921 0,0001	1,893452 0,0584	-0,10923 0,9130	-	0,321069 0,7482	-0,72767 0,4668	2,744872 0,0061	0,324651 0,7455	3,78741 0,0002	2,923699 0,0035	1,000341 0,3172	2,592522 0,0096	2,424415 0,0154	0,939895 0,3473
7	17,01321 0,0001	6,342537 0,0001	1,491541 0,1359	-0,42695 0,6694	-0,32107 0,7482	-	-0,99097 0,3217	2,442445 0,0146	0,083923 0,9331	3,551948 0,0004	2,729114 0,0064	0,873641 0,3824	2,480797 0,0131	2,366439 0,0180	0,900634 0,3678
8	15,95025 0,0001	6,545902 0,0001	2,366358 0,0180	0,621966 0,5340	0,727675 0,4668	0,990968 0,3217	-	3,108863 0,0019	0,86103 0,3893	4,074635 0,0001	3,216314 0,0013	1,285148 0,1988	2,814034 0,0049	2,567047 0,0103	1,03732 0,2996
9	11,22918 0,0001	2,620909 0,008	-1,28999 0,1971	-2,8132 0,0049	-2,74487 0,0061	-2,44245 0,0146	-3,10886 0,0019	-	-1,87714 0,0606	1,429282 0,1530	1,155241 0,2480	-0,26093 0,7942	1,502577 0,1330	1,791084 0,0733	0,543366 0,5869
10	12,01001 0,0001	4,447159 0,0001	1,002384 0,3162	-0,39898 0,6899	-0,32465 0,7455	-0,08392 0,9331	-0,86103 0,3893	1,877139 0,0606	-	2,959648 0,0031	2,431328 0,0151	0,783894 0,4331	2,35335 0,0186	2,307609 0,0211	0,881715 0,3780
11	7,048096 0,0001	0,524618 0,599	-2,61873 0,0089	-3,86439 0,0001	-3,78741 0,0002	-3,55195 0,0004	-4,07463 0,0001	-1,42928 0,1530	-2,95965 0,0031	-	0,037322 0,9702	-1,06708 0,2860	0,756421 0,4494	1,342009 0,1796	0,266554 0,7898
12	5,531129 0,0001	0,35072 0,725	-2,01209 0,0443	-2,95508 0,0031	-2,9237 0,0035	-2,72911 0,0064	-3,21631 0,0013	-1,15524 0,2480	-2,43133 0,0151	-0,03732 0,9702	-	-0,99962 0,3175	0,680935 0,4959	1,290968 0,1968	0,253736 0,7997
13	5,335834 0,0001	1,455946 0,145	-0,31792 0,7506	-1,03737 0,2996	-1,00034 0,3172	-0,87364 0,3824	-1,28515 0,1988	0,260927 0,7942	-0,78389 0,4331	1,067083 0,2860	0,999623 0,3175	-	1,398784 0,1619	1,765489 0,0775	0,604416 0,5456
14	2,653506 0,008	-0,55756 0,577	-2,02853 0,0426	-2,61816 0,0089	-2,59252 0,0096	-2,4808 0,0131	-2,81403 0,0049	-1,50258 0,1330	-2,35335 0,0186	-0,75642 0,4494	-0,68093 0,4959	-1,39878 0,1619	-	0,784269 0,4329	-0,02937 0,9766
15	0,661324 0,5084	-1,22733 0,219	-2,09344 0,0364	-2,4446 0,0145	-2,42441 0,0154	-2,36644 0,0180	-2,56705 0,0103	-1,79108 0,0733	-2,30761 0,0211	-1,34201 0,1796	-1,29097 0,1968	-1,76549 0,0775	-0,78427 0,4329	-	-0,51017 0,6100
16	1,022677 0,30	-0,17748 0,8591	-0,7283 0,4665	-0,95261 0,3408	-0,9399 0,3473	-0,90063 0,3678	-1,03732 0,2996	-0,54337 0,5869	-0,88171 0,3780	-0,26655 0,7898	-0,25374 0,7997	-0,60442 0,5456	0,029365 0,9766	0,51017 0,6100	-

Anexo 5. Prueba T (comparación de los promedios de las mínimas) para la variable peso de destete, según la edad de la madre, obtenida del análisis de regresión realizado a los datos recopilados del rebaño del fundo La Pampa, correspondientes al período de 1984 – 2001.

Edad (Años)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	-	-6,42812 0,0001	-11,2315 0,0001	-13,0853 0,0001	-13,0247 0,0001	-12,8612 0,0001	-11,1541 0,0001	-8,99375 0,0001	-8,24425 0,0001	-5,46079 0,0001	-3,71042 0,0002	-1,20789 0,2271	-1,66995 0,0950	0,173326 0,8624	0,686966 0,4921
3	6,42812 0,0001	-	-5,04047 0,0001	-7,40031 0,0001	-6,91053 0,0001	-7,05807 0,0001	-5,97633 0,0001	-4,10905 0,0001	-4,21387 0,0001	-1,43236 0,1521	-0,78629 0,4317	0,757772 0,4486	0,046287 0,9631	1,270274 0,2040	1,322454 0,1861
4	11,23151 0,0001	5,040472 0,0001	-	-2,73065 0,0063	-2,02821 0,0426	-2,25848 0,0240	-1,85812 0,0632	-0,14746 0,8828	-0,92927 0,3528	1,762521 0,0780	1,552234 0,1207	2,33505 0,0196	1,421693 0,1552	2,150395 0,0316	1,833009 0,0669
5	13,08532 0,0001	7,40031 0,0001	2,730649 0,0063	-	0,77634 0,4376	0,46434 0,6426	0,550211 0,5822	2,073805 0,0382	0,96517 0,3345	3,5603 0,0004	2,874257 0,0041	3,225779 0,0013	2,204858 0,0275	2,655482 0,0079	2,125957 0,0336
6	13,0247 0,0001	6,910534 0,0001	2,028207 0,0426	-0,77634 0,4376	-	-0,30336 0,7616	-0,13106 0,8957	1,446582 0,1481	0,429848 0,6673	3,039284 0,0024	2,510883 0,0121	2,976521 0,0029	1,984497 0,0473	2,508302 0,0122	2,041275 0,0413
7	12,86118 0,0001	7,058068 0,0001	2,25848 0,0240	-0,46403 0,6426	0,303355 0,7616	-	0,137052 0,8910	1,67654 0,0937	0,636101 0,5247	3,228617 0,0013	2,638119 0,0084	3,072088 0,0021	2,066897 0,0388	2,570103 0,0102	2,073486 0,0382
8	11,15414 0,0001	5,976328 0,0001	1,858118 0,0632	-0,55021 0,5822	0,131055 0,8957	-0,13705 0,8910	-	1,419661 0,1558	0,497093 0,6191	2,936205 0,0033	2,487282 0,0129	2,973464 0,0030	2,003541 0,0452	2,525584 0,0116	2,058658 0,0396
9	8,993752 0,0001	4,109045 0,0001	0,147459 0,8828	-2,07381 0,0382	-1,44658 0,1481	-1,67654 0,0937	-1,41966 0,1558	-	-0,71229 0,4763	1,709914 0,0873	1,547801 0,1217	2,334534 0,0196	1,444494 0,1487	2,164236 0,0305	1,845159 0,0651
10	8,24425 0,0001	4,213873 0,0001	0,929268 0,3528	-0,96517 0,3345	-0,42985 0,6673	-0,6361 0,5247	-0,49709 0,6191	0,712292 0,4763	-	2,159063 0,0309	1,958705 0,0502	2,618428 0,0089	1,729185 0,0838	2,351074 0,0188	1,960652 0,0500
11	5,460788 0,0001	1,432356 0,1521	-1,76252 0,0780	-3,5603 0,0004	-3,03928 0,0024	-3,22862 0,0013	-2,9362 0,0033	-1,70991 0,0873	-2,15906 0,0309	-	0,228989 0,8189	1,370737 0,1705	0,63163 0,5277	1,629418 0,1033	1,538257 0,1241
12	3,710418 0,0002	0,786286 0,4317	-1,55223 0,1207	-2,87426 0,0041	-2,51088 0,0121	-2,63812 0,0084	-2,48728 0,0129	-1,5478 0,1217	-1,9587 0,0502	-0,22899 0,8189	-	1,109483 0,2673	0,451875 0,6514	1,487708 0,1369	1,466257 0,1426
13	1,207893 0,2271	-0,75777 0,4486	-2,33505 0,0196	-3,22578 0,0013	-2,97652 0,0029	-3,07209 0,0021	-2,97346 0,0030	-2,33453 0,0196	-2,61843 0,0089	-1,37074 0,1705	-1,10948 0,2673	-	-0,47441 0,6352	0,749806 0,4534	1,029621 0,3032
14	1,669953 0,0950	-0,04629 0,9631	-1,42169 0,1552	-2,20486 0,0275	-1,9845 0,0473	-2,0669 0,0388	-2,00354 0,0452	-1,44449 0,1487	-1,72918 0,0838	-0,63163 0,5277	-0,45187 0,6514	0,474414 0,6352	-	1,059 0,2897	1,22953 0,2189
15	-0,17333 0,8624	-1,27027 0,2040	-2,15039 0,0316	-2,65548 0,0079	-2,5083 0,0122	-2,5701 0,0102	-2,52558 0,0116	-2,16424 0,0305	-2,35107 0,0188	-1,62942 0,1033	-1,48771 0,1369	-0,74981 0,4534	-1,059 0,2897	-	0,508945 0,6108
16	-0,68697 0,4921	-1,32245 0,1861	-1,83301 0,0669	-2,12596 0,0336	-2,04127 0,0413	-2,07349 0,0382	-2,05866 0,0396	-1,84516 0,0651	-1,96065 0,0500	-1,53826 0,1241	-1,46626 0,1426	-1,02962 0,3032	-1,22953 0,2189	-0,50894 0,6108	-

Anexo 6. Los cuadros N° 14 al N° 21, presentan los resultados numéricos que dan origen a las figuras presentadas en esta tesis. (figura N° 1 a N° 9)

Cuadro N° 14. Promedios crudos y promedios corregidos para la variable peso al nacimiento según el año de nacimiento, correspondientes al rebaño bovino del fundo La Pampa, datos que dan origen a la figura N° 1.		
<b>Año</b>	<b>Prom. Crudos (Kg)</b>	<b>Prom. Corregidos (Kg)</b>
1984	31,65	34,21
1985	31,87	33,99
1986	33,30	35,85
1987	33,02	35,37
1988	31,75	34,42
1989	33,40	36,17
1990	33,35	35,96
1991	34,84	37,97
1992	36,25	38,82
1993	35,16	37,86
1994	34,23	36,88
1995	35,33	37,32
1996	35,44	37,94
1997	34,68	37,26
1998	34,29	36,47
1999	33,08	35,71
2000	33,36	35,48
2001	31,41	34,24



Cuadro N° 15. Promedios crudos y corregidos para la variable peso de destete, según el año de nacimiento, correspondientes al rebaño bovino del fundo La Pampa, datos que dan origen a la figura N° 2.

<b>Año</b>	<b>Prom. Crudos (Kg)</b>	<b>Prom. Corregidos (Kg)</b>
1984	208,53	218,22
1985	218,22	224,49
1986	178,97	201,47
1987	200,88	200,14
1988	204,39	222,33
1989	227,38	227,88
1990	231,36	237,38
1991	231,94	230,08
1992	231,44	231,44
1993	229,93	229,55
1994	243,64	239,16
1995	208,36	197,89
1996	260,22	228,23
1997	222,63	186,78
1998	213,64	211,35
1999	240,01	222,31
2000	244,23	225,11
2001	221,28	224,94

Cuadro N° 16. Promedios crudos y promedios corregidos para la variable peso al nacimiento, según la craza, correspondientes al rebaño bovino del fundo La Pampa, datos que dan origen a la figura N° 3.

<b>Cruza</b>	<b>Prom. Crudos (Kg)</b>	<b>Prom. Corregidos (Kg)</b>
I	33,53	36.05
H(AN)	36,18	37.11
H(AR)	33,16	36.38
H(OC)	36,52	36.06
H(LM)	36,72	36.33
H(MG)	34,39	37.73
H(SM)	36,84	36.56
HH	34,09	35.55
HP	34,08	35.54
H	33,49	34.70

Cuadro N° 17. Promedios crudos y promedios corregidos para la variable peso de destete, según la craza, correspondientes al rebaño bovino del fundo la Pampa, datos que dan origen a la figura N° 4.

<b>Cruza</b>	<b>Prom. Crudos (Kg)</b>	<b>Prom. Corregidos (Kg)</b>
I	247,33	229,25
H(AN)	250,74	226,15
H(AR)	251,83	229,56
H(OC)	250,27	213,62
H(LM)	243,05	210,19
H(MG)	247,72	220,10
H(SM)	261,14	228,13
HH	224,46	219,87
HP	221,03	215,64
H	216,59	206,78

Cuadro N° 17. Promedios corregidos para las variables peso al nacimiento y peso de destete, según la craza, correspondientes al rebaño bovino del fundo la Pampa, datos que dan origen a la figura N° 5.

<b>Cruza</b>	<b>Peso Nacimiento (Kg)</b>	<b>Peso Destete (Kg)</b>
I	36.05	229,25
H(AN)	37.11	226,15
H(AR)	36.38	229,56
H(OC)	36.06	213,62
H(LM)	36.33	210,19
H(MG)	37.73	220,10
H(SM)	36.56	228,13
HH	35.55	219,87
HP	35.54	215,64
H	34.70	206,78

Cuadro N° 18. Promedios crudos para las variables peso al nacimiento y peso de destete, según el país de origen del toro, correspondientes al rebaño bovino del fundo La Pampa, datos que dan origen a la figura N° 6.

<b>País de Origen del Toro</b>	<b>Peso Nacimiento (Kg)</b>	<b>Peso Destete (Kg)</b>
Canadá	34,93	228,83
Inglaterra	34,86	222,10
Irlanda	34,10	234,28
Chile (monta natural)	33,03	204,10
N. Zelanda	34,10	215,54
U.S.A.	35,55	232,34

Cuadro N° 19. Promedios corregidos para las variables peso al nacimiento y peso de destete, según la edad de la madre, correspondientes al rebaño bovino del fundo La Pampa, datos que dan origen a la figura N° 7.

<b>Edad (años)</b>	<b>Peso Nacimiento (Kg)</b>	<b>Peso Destete (Kg)</b>
2	33,56	206,33
3	35,82	217,42
4	36,86	226,34
5	37,29	231,50
6	37,26	229,99
7	37,19	230,58
8	37,45	230,28
9	36,52	226,67
10	37,16	228,82
11	36,00	221,41
12	35,98	220,42
13	36,68	213,14
14	35,43	217,12
15	34,35	204,57
16	35,49	194,35

Cuadro N° 20. Valores genéticos promedios para peso al nacimiento a través de los años, correspondiente al rebaño bovino del fundo La Pampa, datos que dan origen a la figura N° 8.

<b>Año</b>	<b>Valor Genético Promedio</b>
1974	0,27962
1975	0,16847
1976	-0,07764
1977	0,21611
1978	-0,02654
1979	0,33158
1980	-0,04937
1981	-0,54593
1982	0,10250
1983	0,00378
1984	0,06557
1985	0,03178
1986	0,14243
1987	0,07019
1988	0,10376
1989	0,04245
1990	0,00385
1991	0,03765
1992	0,17724
1993	0,05740
1994	0,04852
1995	-0,04114
1996	-0,03684
1997	-0,05041
1998	-0,09610
1999	-0,02337
2000	-0,09727
2001	-0,09601

Cuadro N° 21. Valores genéticos promedios para peso de destete a través de los años, correspondiente al rebaño bovino del fundo La Pampa, datos que dan origen a la figura N° 9.

<b>Año</b>	<b>Valor Genético Promedio</b>
1973	-2,75012
1974	1,74856
1975	6,5996
1976	4,95068
1977	7,84416
1978	8,34703
1979	1,34154
1980	0,81952
1981	1,8131
1982	1,2582
1983	0,91035
1984	0,92235
1985	0,9971
1986	1,00745
1987	0,76868
1988	0,99426
1989	0,80845
1990	0,94192
1991	0,19184
1992	0,20623
1993	0,16678
1994	0,70772
1995	0,0014
1996	0,29402
1997	0,30931
1998	0,39633
1999	1,17656
2000	0,86984
2001	0,92457

## 9. AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos al Dr. Héctor Uribe, por animarme cuando hizo falta y por el tiempo invertido en este trabajo. Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, por su gentileza y colaboración. A los señores Juan Fajardo y Rosiel Del Río, y al personal del Centro Experimental La Pampa, por la ayuda prestada y por hacer muy grata mi estadía en el lugar. A la Sra. Elba Müller y a toda su familia, por la hospitalidad y el cariño brindado. Y por último, pero no por eso menos importante, a mis padres y hermanas, a Brunilda y Benedicto, por su apoyo incondicional, su comprensión y por la tranquilidad transmitida. A todos ellos, y a los que pudieron haber quedado en el tintero y que directa o indirectamente colaboraron en la realización de esta Tesis... Muchas gracias.