ANALISIS GENETICO DEL REBAÑO EXPERIMENTAL HEREFORD DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

I. Indices Productivos

EDUARDO PORTE F. [1], JUAN CARLOS MAGOFKE S.[2], ALBERTO MANSILLA M. [3], RAÚL RAMÍREZ M. [2].

Departamento de Ganadería y Producción Pratense
Facultad de Agronomía, Universidad de Chile
Casilla 1004, Santiago, Chile

RESUMEN

En el presente trabajo se analizan características de peso vivo y fertilidad del rebaño experimental Hereford, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile.La fuente de información usada consistió en 1.762 registros acumulados entre los años 1967 y 1977 correspondientes a cuatro líneas distintas. Los pesos promedios corregidos a sexo macho fueron de 34,2±42 kg al nacer y 167,6±23,4 kg al destete (6 meses y medio de edad). Las curvas de crecimiento post-destete se analizaron separadamente para machos y hembras en las distintas líneas; estas últimas alcanzaron pesos muy similares al final de la prueba de comportamiento a los 24 meses de edad.

Los efectos no genéticos que se estudiaron sobre la característica peso vivo fueron, en general, significativos. Los machos fueron superiores en 1,7 y 8,7 kg al nacer y al destete, respectivamente. En años se llegó a una diferencia máxima de 51 kg al destete entre años extremos. El efecto edad de la madre fue significativo entre el primer parto y subsiguientes, en peso al nacer y peso al destete. La edad del ternero mostró significancia alcanzando un valor de regresión de 0,29±0,3 sobre peso al destete.

En pesos post destete el efecto año continúa presente mientras que la influencia de la edad de la madre prácticamente desaparece a los 18 meses. Se observó una interacción año-línea fuertemente significativa al comparar animales de masa con animales de pedigrí. Este efecto puede interpretarse como una respuesta en rusticidad a condiciones ambientales adversas.

Las correlaciones fenotípicas entre pesos vivos son elevados con excepción de aquellas correlaciones que contienen peso al nacer. Las correlaciones entre pesos vivos y aumentos de peso muestran una asociación negativa con el período de crecimiento inmediatamente posterior, pero cercana a cero con el período completo hasta 24 meses de edad. Una situación parecida se observa al relacionar aumentos de peso entre sí.

La fertilidad del rebaño, por otra parte, fue de 78,6 y 73,2% en nacimiento y destete, respectivamente.

SUMMARY

Characteristics of liveweights and fertility shown by the University of Chile's experimental Hereford cattle are discussed. Data were collected from 1762 records kept from 1967 to 1977 and showing performance of four strains. Average weights adjusted to male sex were 34.2±4.2 kg

[1] Ing Agr., Prof. Departamento de Ganadería y Producción Pratense. Facultad de Agronomía.Universidad de Chile.
[2] Ing. Agr., Mg. Sci., Profs. Departamento de Ganadería y Producción Pratense. Facultad de Agronomía. Universidad de Chile.
[3] Prof. de Matemáticas M.S. Prof. Departamento de Ganadería y Producción Pratense. Facultad de Agronomía. Universidad de Chile.

Recepción de originales: 3/VI/79.
Avances en Producción Animal, 4(2): 75-86, 1979

at birth and 167.7 ± 23.4 kg at weaning (6 ½ months of age). Post-weaning growth curves were analyzed separately for males and females in the different strains which reached very similar weights at the end of the performance test at 24 months of age.

Non-genetic effects studied on liveweight were, in general, significant. Males were superior in 1.7 and 8.7 kg at birth and weaning respectively. There was a maximum difference of 51 kg at weaning between years. The effect of dam's age was significant between first calving and the later one. Calf's age proved significant reaching a regression value of 0.29 ± 0.03.

In post-weaning weights, the year effect remains whereas the influence of dam's age virtually disappears at 18 months of age. A highly significant age/strain interaction was observed in comparing common cattle with purebred stock. This effect can be interpreted as a response in sturdiness to adverse environmental conditions.

Phenotypic correlations among live weights were high except those including birth weights. Live weights and gains correlated negatively with immediately subsequent growth periods. This correlations were close to naught the whole period up to 24 months of age. A similar situation was observed in relating gains with each other.

Overall fertility at birth and weaning was 78.7 and 73.2% respectively.

INTRODUCCION

La raza Hereford se introdujo a Chile hace aproximadamente 25 años. Su objetivo fue utilizar con ganado bovino terrenos de pastoreo marginales que no era económico utilizarlos en forma eficiente con las razas lecheras y de doble propósito, tradicionalmente usadas en el país. En este momento, representa aproximadamente un 15% de la existencia total de vacunos del país (Porte, 1972), habiendo desplazado, en muchas zonas, el ovino con ventajas económicas.

Tratándose de una raza relativamente nueva en el país con la importancia indicada y con claras posibilidades de expansión, interesó hacer un estudio, lo más detallado posible, de su comportamiento en condiciones de secano. Este tipo de ganado en Chile proviene, en orden de importancia, de Argentina, EUA, Uruguay, Australia, Nueva Zelandia y Canadá.

En este presente trabajo se analizan todas las posibles fuentes de variación de tipo no genético y las principales interacciones genético-ambientales sobre la característica peso vivo a distintas edades. Paralelamente, se estudian las asociaciones con aumentos de peso. Además, como la fertilidad es un criterio para medir la adaptación de estos animales a las condiciones de tipo ambiental a que está expuesta, se entregan diferentes medidas de eficiencia reproductiva.

MATERIALES Y METODOS

Características de los animales y normas de manejo

La información usada en este estudio procede de datos acumulados entre 1967 y 1977, en la Estación Experimental Agronómica Rinconada de Maipú de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile.

El rebaño estudiado está formado por ganado de masa (línea M), constituido principalmente por animales de origen argentino, adquiridos entre 1956 y 1963. El plantel de pedigree (líneas A, B y C) se originó de importaciones desde Canadá, Inglaterra, Australia y Nueva Zelandia, a partir del año 1966.

La Estación Experimental Agronómica, donde se han hecho las mediciones, tiene una pluviometría promedio de 280 mm. Esta precipitación se acumula en un 90% entre los meses de mayo a septiembre, o sea, en los meses invernales. El agua caída es muy variable de año en año, existiendo fuertes diferencias en el período analizado. La temperatura media anual es de 14,5°C, ocurriendo la mínima mensual (4°C) en julio y la máxima (29,1°C) en enero y febrero. La humedad relativa promedio es de 69,7%.

Los factores climáticos explicados determinan las normas de manejo seguidas. Se dispone de mayor cantidad de forraje verde a partir de fines de invierno, pudiéndose aprovechar la pradera natural hasta mediados de verano. En el resto del año, la calidad de la pradera es notoriamente baja (Porte y Ramírez, 1969; Ramírez y Porte, 1976).

En general, las hembras son cubiertas por primera vez a los 26 meses de vida, con un peso vivo que fluctúa entre 280 y 300 kg. El encaste se hace en los meses de noviembre y diciembre, por lo cual las pariciones se concentran en agosto y septiembre. El destete de las crías se hace en marzo a una edad promedio de 6 meses y medio. El peso vivo de las vacas primerizas, al parto, supera en general los 400 kg.

La pradera natural proporciona gran parte de los requerimientos nutricionales de los animales. La composición de ésta es la siguiente: gramíneas anuales, de los géneros *Vulpia*, *Trisetobromus* y *Bromus*. Algunas leguminosas anuales como *Medicago* sp. y *Milelotus* sp. y geraniáceas de las cuales el *Erodium* sp. es el más importante (Porte, 1963 y 1965). Las principales malezas son *Synara Cardunculus* y el matorral de espino *Acacia cavens*. Los animales reciben en el potrero una mezcla mineral compuesta de sal y harina de huesos, a libre disposición, durante todo el año.

En la época invernal, durante aproximadamente 60 a 100 días, se suplementan las vacas madres en el campo, dependiendo del forraje que aporte la pradera. Esta suplementación consiste fundamentalmente en ensilaje de maíz y sorgo.

En los meses de verano, otoño e invierno, las vacas se mantienen en campos planos con pastos naturales o praderas mejoradas de secano. Estas útimas están compuestas de *Falaris tuberosa*, *Agropirum intermedium*, *Festuca arundinacea* y *Ballica wimera*. Durante la primavera se mantienen en condiciones de cerro, bajando posteriormente a campos planos para realizar el encaste.

Pruebas de comportamiento

Las pruebas de comportamiento, como criterio de selección de reproductores, se iniciaron en machos en el año 1967. La longitud del período controlado ha sido distinta a través de los años. La prueba se inicia siempre a los 8 meses, prolongándose, en la totalidad de los años, hasta el año de edad. Desde 1972 se tomaron mediciones hasta los dos años, con excepción de 1972, en que sólo se midió peso a los 18 meses. En 1975 y 1976 se disponen de pesos sólo hasta los 18 y 6 meses, respectivamente, puesto que al momento de hacer el análisis, aún no se habían tomado los datos de pesos posteriores.

En hembras, se inició el control de peso vivo a partir de 1971. Los controles se realizaron, sin embargo, a distintas edades en los diferentes años. La edad, de la cual se tiene información, todos los años, es a los 24 meses. La información de 1975 y 1976, por las mismas razones enunciadas para machos, aún no se encuentran disponibles.

Métodos de cálculo

La importancia de los factores genéticos y ambientales fue estimada, para todas las variables analizadas, a través del siguiente modelo:

$Y_{ijklm} = u + a_i + c_j + d_k + s_l + (ac)_{ij} + (ad)_{ik} + bx_m + e_{ijklm}$ donde:

Y_{ijklm} = peso a una edad dada
u = promedio general
a_i = efecto línea ($i = 1 \ldots . 4$)
c_j = efecto año ($j = 1 \ldots . 10$)
d_k = efecto número del parto de la madre ($k = 1 \ldots . 6$)
s_l = efecto sexo ($1 = 1, 2$)
$(ac)_{ij}$ = interacción línea-año
$(ad)_{ik}$ = interacción línea-número del parto de la madre
x_m = edad del ternero
b = coeficiente de regresión para edad del ternero
e_{jklm} = error experimental

En pesos al nacer, no se utilizaron los componentes bx_m y $(ac)_{ij}$. En pesos al destete, el componente $(ac)_{ij}$. En pesos posteriores al destete, no se consideraron los componentes $(ad)_{ik}$ y s_l. Este último, no fue utilizado, ya que los valores de machos y hembras se procesaron separadamente.

El criterio para corregir la información estimando con ello en forma más precisa la varianza genética aditiva, lo dio la significancia estadística. No se corrigió por línea ni por la interacción año-línea, a pesar de existir valores altos de F, por ser factores de tipo genético o genético-ambiental. La prueba de Duncan, modificada por Kramer, dio significancia en edad de la madre sólo entre primer, segundo parto y posteriores; por lo tanto, en la presentación de resultados, tres y más partos se reducen a una sola clase.

El efecto año se corrigió llevando la información a valores de año promedio; mientras que en sexo, cuando se utilizó la corrección, se estandarizó a sexo macho. La edad del ternero se corrigió llevando los pesos a la edad promedio en todos los casos.

La información fue procesada utilizando el Programa de Mínimos Cuadrados desarrollado por W.R. Harvey (1972).

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis de las fuentes de variación no genéticas

Los efectos no genéticos sobre las diferentes etapas de vida de los animales, se resume en los cuadros 1, 2, 3 y 4. Se analizan a continuación los efectos para cada edad en forma separada.

Peso al nacer

El promedio poblacional de peso al nacer fue de 34,2±4,2 kg. Este valor se estimó a partir de 1.762 registros obtenidos durante once años. Los pesos al nacer son superiores a los encontrados por Burris y Blunn (1952) y similares a los encontrados por Larry *et al* (1974 b), al medir cruzamientos de la raza Hereford con otras razas de carne.

Todos los efectos no genéticos analizados en peso al nacer fueron significativos al 1% (Cuadro 1). En las líneas, se advierten diferencias significativas entre la masa y el promedio de pedigree, a pesar de no haber existido diferencias entre la masa y la línea A.

En años existen diferencias significativas, que entre años extremos alcanzan a 3,3 kg. Los animales son criados a pastoreo y existen fuertes variaciones en la pluviometría y, por lo tanto, en el pasto disponible. Este efecto, entonces, debe considerarse en parte como un estimador de la variabilidad provocada por este fenómeno.

La edad de la madre, estimada a través del número del parto, muestra diferencias significativas sólo con respecto a vacas primerizas. Los valores obtenidos concuerdan con estudios similares de la literatura mundial (Kress y Burfenning, 1972).

La interacción año-línea se incluyó en el modelo, ya que existían razones *a priori* para esperar un efecto positivo de ella. El motivo fundamental fue un problema de adaptación en las vacas fundadoras de pedigree en su primer año (1966). Estos animales estaban próximos a parir o paridas cuando llegaron al predio. Esta situación no se produjo en la masa.

La interacción se observa en los tres primeros años. El primer parto (1966) y el segundo parto (1967) están constituidos prioritariamente por descendientes de vacas de

Cuadro 1

EFECTOS NO GENÉTICOS PRE-DESTETE SOBRE EL PESO VIVO (kg.)

Fuente de variación		*Nacimiento* $\bar{X}$	*s*	*n*	*Destete (199 días)* $\bar{X}$	*s*	*n*
Líneas	A	33,7	4,3	98	158,3	24,1	98
	B	34,9	4,3	72	176,5	24,2	72
	C	35,3	4,6	358	174,7	25,5	358
Promedio pedigree (P$\bar{x}$)		34,9	4,5	528	171,9	25,1	528
	M	32,8	4,4	1234	160,8	24,8	1234
Significancia			**			**	
Sexo							
	M	35,0	4,4	888	171,9	23,1	888
	H	33,3	4,1	874	163,2	19,9	874
Significancia			**			**	
Año							
Años incluidos		1966-1976					1966-1976
Significancia			**				**
Número de parto							
	1	32,4	5,5	334	156,4	30,6	334
	2	34,4	5,3	325	167,0	29,5	325
	3 y más	34,5	5,3	1103	170,4	29,6	1103
Significancia			**				**
Año línea							
Significancia			**				**
Edad ternero							**
	r						0,24**
	b						0,29±0,03

** Significativo al 1%

pedigree. El tercer parto (1968) estaba formado en más de un 40% por descendientes de este tipo de animales. El primer parto ocurrido en 1966 arroja el valor más bajo de peso vivo por los posibles problemas de adaptación ocurridos en las vacas de pedigree. La diferencia, en este año, entre el primer y segundo parto fue la más alta registrada en los once años estudiados (5,6 kg). Este fenómeno se observó a la inversa en los dos años siguientes, en los que el pedigree supera a la masa en pesos al nacer. El peso vivo de los terneros en el segundo parto en 1967, es el más alto de todo el período estudiado. Una situación similar se observó en 1968, en la categoría tres y más partos. La diferencia entre el primer y segundo parto, ocurrida en 1967, fue de 4,7 kg y entre 2° y 3° parto, en 1968, de 2,6 kg. Diferencias de esta magnitud no se vuelven a repetir en los años siguientes, cuando la progenie de las vacas de pedigree se encuentra representada en todas las subclases.

Pesos al destete

El promedio de peso al destete fue de 167,6 ±23,4 kg. Este valor se calculó considerando los 1.762 animales analizados. En el Cuadro 1 se indican los valores promedios por línea. Existen diferencias significativas entre la masa y el pedigree, manteniéndose igual que en pesos al nacer, la masa y la línea A en niveles similares.

Los valores de pesos al destete son algo inferiores, incluso en la línea B y C, a los obtenidos por Vesely y Robinson (1971) y Kress y Burffening (1972). El bajo peso al destete de la línea A puede atribuirse en gran medida a la baja producción de leche de las hembras. Por otra parte, los altos pesos de las líneas B y C deben atribuirse a dos toros que dejaron gran número de descendientes y que fueron altamente mejoradores en el peso vivo a esa edad.

El efecto año fue importante en peso al destete. Existe una diferencia de 51,0 kg entre años extremos. La edad de la madre, estimada a través del número del parto, muestra diferencias significativas sólo con respecto al primer parto. Las diferencias observadas entre primero, segundo y tres y más partos son similares a las encontradas por Vesely y Robinson (1971) y Kress y Burffening (1972).

La interacción año-línea, en pesos al destete, al igual que al nacer, mostró significancia. La tendencia es similar, aunque menos clara, con respecto a la discutida en peso al nacer.

La correlación entre peso al destete y edad del ternero, altamente significativa, fue de 0,24. La regresión fue de 0,29±0,3, que fue el factor usado para estandarizar la información a 199 días.

Pesos posteriores al destete

Los efectos no genéticos para pesos a los 8, 12, 18, 24 meses de edad se indican en los cuadros 2 y 3 para machos y hembras, respectivamente.

En pesos posteriores al destete los diferenciales de selección fueron distintos en cada línea, año y sexo. Las distintas edades de pesaje, por otra parte, salvo 8 y 12 meses en los machos, no consideran los mismos años. Por esta razón, cualquier tendencia que se observe, no debe interpretarse estrictamente, ya que estará distorsionada por los efectos antes mencionados.

El objetivo de estimar al factor año fue exclusivamente conocer la homogeneidad de la información por efecto de esta variable. La parte central del análisis para pruebas de comportamiento es año a año, sin corregir por este factor. Sólo se usó corrección por efecto año, al entregar valores promedios poblacionales.

No hubo efecto de edad de la madre, en los pesos posteriores a los 8 meses en los machos. En las hembras todavía existió este efecto a un nivel del 5% a los 18 meses, el cual se pierde posteriormente. La significancia obtenida en estas etapas, no permite concluir que el efecto de la edad materna desaparezca bruscamente con posterioridad a los 8 meses como ocurrió en los machos. Sólo significa que los machos elegidos para hacer la prueba de comportamiento, a causa de la preselección efectuada, ocultarían este efecto. Este factor estaría evaluado en las hembras, donde la intensidad de selección fue muy cercana a cero. Por lo tanto, la información no fue corregida por efecto edad de la madre.

El efecto de edad del ternero sobre los pesos postdestete, estimado a través de regresión lineal, muestra que todos los valores son altamente significativos, a excepción de las hembras a los 12 meses de edad. Se observa un aumento de la asociación de los valores edad-peso al aumentar la edad del individuo. Existe una pequeña disminución en el valor de esta correlación entre el destete y 8 meses, explicable por el efecto del crecimiento compensatorio.

Los valores de regresión muestran una tendencia similar a los de correlación.

El crecimiento obtenido entre los 6 y los 8 meses, corresponde a animales recién destetados en los meses de abril y mayo. El período entre 8 y 12 meses corresponde a la etapa invernal desde mayo a agosto. Los valores de regresión, no obstante, no indican el crecimiento promedio entre estos meses, sino lo que realmente ocurrió en meses donde los pesajes fueron tomados. El valor de aumento de peso de 0,65 kg por día a los 12 meses en machos, por ejemplo, es el aumento ocurrido realmente en el mes de agosto y no pretende estimar la rapidez de crecimiento en esos 4 meses.

Los pesos vivos fueron corregidos por edad del ternero en ambos sexos separadamente. Se estandarizó a 261 días el peso de los machos a los 8 meses. Ambos sexos se estandarizaron a 376, 555 y 738 días a los 12, 18 y 24 meses de edad, respectivamente.

Interacción genético ambiental año-línea

En los cuadros 2 y 3, aparece una fuerte interacción año-línea en todas las edades donde fue posible estimarla, tanto para machos como para hembras. En el Cuadro 4 se interpreta esta interacción promediando las tres líneas de pedigree. Los valores, que se indican en el cuadro, se obtuvieron clasificando los años estudiados en años buenos (+) y malos (−) de acuerdo a su desviación con respecto al promedio mínimos cuadrados. En cada año en particular, se calcularon los desvíos de la masa y del promedio pedigree con respecto al promedio general de la masa y pedigree, respectivamente. Los valores indicados son un promedio de desvíos así calculados.

Estos valores muestran que los animales de masa se ven mucho menos afectados por los años buenos o malos que los animales de pedigree. Estos últimos reaccionan muy favorablemente cuando las condiciones ambientales son buenas; pero se deprimen mucho más que los animales de masa en condiciones desfavorables. Esta interacción podría interpretarse como un buen ejemplo de rusticidad en los animales de masa. Todo esto, no obstante, no modifica al hecho que las cuatro líneas lleguen a los 24 meses, con pesos muy similares en el promedio de los años.

Cuadro 2.
EFECTOS NO GENÉTICOS POSTDESTETE EN MACHOS SOBRE EL PESO VIVO (kg)

Fuente de variación	*8 meses (261 días)*			*12 meses (376 días)*			*18 meses (555 ds.)*			*24 meses (738 ds.)*		
	$\bar{X}$	*S*	*n*	$\bar{X}$	*S*	*n*	$\bar{X}$	*S*	*n*	$\bar{X}$	*S*	*n*
Líneas												
A	169,9	21,5	31	227,7	27,5	31	331,1	42,5	13	372,7	50,8	7
B	176,4	23,6	21	236,3	29,7	18	348,2	43,8	14	371,2	52,8	5
C	179,1	21,5	112	229,6	28,9	103	325,9	48,7	40	364,7	63,3	23
P$\bar{x}$	172,2	21,8	164	229,9	28,7	152	331,9	46,6	67	367,2	59,9	35
M	173,8	24,6	79	235,0	31,7	77	356,0	48,4	48	413,8	54,6	27
Significancia		N.S.			N.S.			*			* *	
Años												
Años incluidos		1967 - 1975			1967 - 1975			1972 - 1975			1973 - 1974	
Significancia		* *			* *			* *			N.S.	
Número de parto												
1	164,7	22,4	24	232,6	29,4	22	328,5	43,5	9	383,2	46,3	7
2	177,5	24,9	47	232,0	32,8	42	347,9	44,9	17	409,4	55,7	11
3 y más	177,3	23,9	172	232,8	30,9	165	345,0	45,5	89	390,9	47,8	44
Significancia		*			N.S.			N.S.			N.S.	
Año X línea		* *			* *			(1)			(1)	
Edad (ternero)												
r	0,17**			0,21**			0,20**			0,47**		
b	0,12±0,05			0,65±			0,73±0,25			1,04±0,41		

(1) no se calculó.
* * Significativo al 1%
* Significativo al 5%
N.S. No significativo.

Cuadro 3
EFECTOS NO GENÉTICOS POSTDESTETE EN HEMBRAS SOBRE EL PESO VIVO (kg).

Fuente de Variación	*12 meses (372 días)* $\bar{X}$	S	n	*18 meses (55 días)* $\bar{X}$	S	n	*24 meses (7328 días)* $\bar{X}$	S	n
Línea									
A	180,0	22,4	16	232,9	25,2	15	264,9	34,3	13
B	188,1	22,9	11	247,9	26,5	11	264,8	33,8	11
C	184,9	23,8	59	229,8	26,6	61	268,2	36,2	62
$P_{\bar{x}}$	184,4	23,5	86	232,6	26,4	87	267,3	35,6	86
M	179,2	23,6	172	238,7	26,1	170	261,7	41,2	177
Significancia		N.S.			N.S.			N.S.	
Años									
Años incluidos		1972-1975			1972-1975			1971-1974	
Significancia		**			N.S.			*	
Edad (partos)									
1	174,1	27,5	45	228,1	31,9	46	267,2	39,1	33
2	179,5	27,4	52	236,6	30,7	51	264,6	39,3	43
3 y más	186,9	25,9	161	240,8	29,8	160	268,1	50,7	187
Significancia		**			*			N.S.	
Año — *Línea*		**			**			**	
Edad (ternero)									
r		0,11 N.S.			0,16**			0,22**	
b		0,04 ± 0,2			0,12 ± 0,04			0,35 ± 0,10	

** Significativo al 1%
* Significativo al 5%
N.S. No significativo.

Cuadro 4
ILUSTRACIÓN DE LA INTERACCIÓN LÍNEA-AÑO

Edad (meses)	*Sexo*	*Desvíos* *Masa* $\bar{X}_{AM} - \bar{X}_M$ (1) +	−	*Pedigree* $X_{AP} - \bar{X}_p$ (2) +	−
12	M	7,0	−12,2	29,4	−14,7
12	H	9,9	−2,2	28,4	−11,8
18	H	4,7	−1,8	8,8	−7,9
24	H	3,2	−6,5	4,1	−31,4

(1) X_{AM} = Valor de un año dado para la masa.
$\bar{X}_M$ = Valor promedio de los años para la masa.
(2) X_{AP} = Valor de un año dado por el pedigree.
$\bar{X}_p$ = Valor promedio de los años para el pedigree.

Por haber sido tan similar al comportamiento de la línea A con respecto a la masa, en los valores promedios de los años indicados en el Cuadro 3, interesa discutir más en detalle la interacción línea-año. Para ello, se compara la masa sólo con esta línea. Será útil determinar si este fenómeno está más relacionado con los pesos vivos o con el origen de las líneas. El comportamiento de estas líneas es similar a los 12 meses. A los 18 y 24 meses, sin embargo, el comportamiento de la línea A es mucho más variable en años buenos y malos que el observado en la masa. Esta información permite concluir que la interacción genético-ambiental, está mucho más relacionada con el origen de los animales que con el peso vivo, mayor o menor, obtenido a una edad dada.

Curvas de crecimiento

En la Figura 1 se muestran las curvas de crecimiento para ambos sexos y para cada línea por separado. Para hacerlo se utilizaron los pesos al destete corregidos al sexo macho de los individuos que tuvieron prueba de comportamiento en los 10 años estudiados. En esta etapa, los animales preseleccionados superan en 11 kg al promedio poblacional en el caso de la masa y en 18,7 en el pedigree. En el caso de las hembras, se contaba con muy poca información a los 8 meses, por lo que no se incluyó dicha información en la figura.

Las curvas de crecimiento tuvieron una tendencia parecida. La rapidez de crecimiento de las hembras, sin embargo, fue siempre mucho menos que en los machos. El peso vivo obtenido por las hembras a los 24 meses corres-

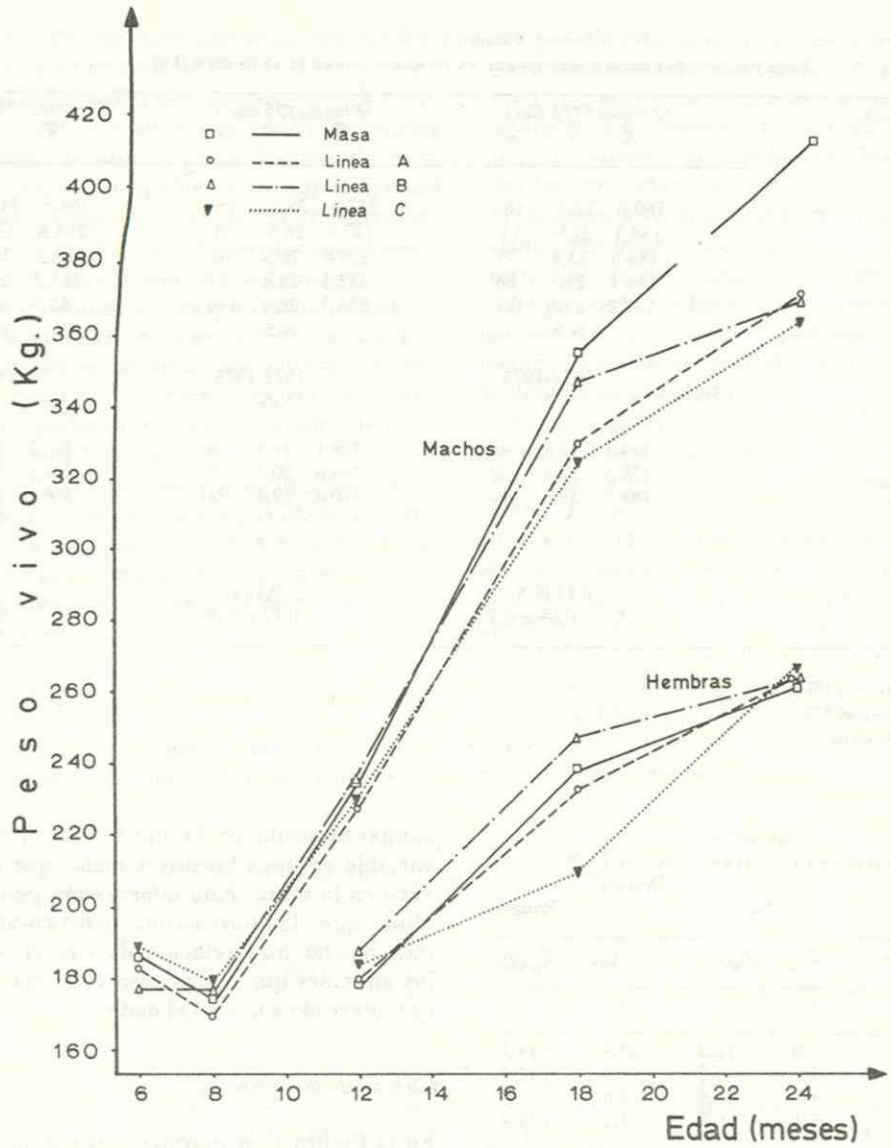

Figura 1 *Curvas de crecimiento por línea y sexo.*

ponde al peso obtenido por los machos a los 14 meses. Sólo en pesos al destete se entremezclan algunos pesos. Las hembras de la línea B, por ejemplo, superaron a los machos de la línea A. Las diferencias a los 12 meses aún son relativamente pequeñas, a pesar de que el peso de las terneras a esta edad es muy similar al de los machos al destete. Las diferencias más importantes se producen, por lo tanto, en los crecimientos posteriores a los 12 meses. Esta situación es explicable, ya que las hembras son llevadas a condiciones de cerro a partir de esta edad. Los machos, en cambio, utilizan los mejores potreros del plano.

En los machos, a partir de los 12 meses, siempre la masa supera las líneas de pedigree, notándose que la ventaja real sólo se obtiene en los últimos seis meses. En esta última etapa, la inclinación de la recta en la masa se asemeja a la de la línea C.

En las hembras, esta situación no se produce en la masa, pero se mantiene en la línea C. Esta línea en el último período presenta una notable recuperación, que le permite superar levemente al resto de las líneas a los 24 meses.

La línea C muestra un comportamiento similar en ambos sexos, a pesar de que en los machos no logra acercarse significativamente a

la masa. El distinto comportamiento de la masa en machos y hembras en este período, podría explicarse en parte por la intensidad de selección diferente aplicada al destete en machos (0,83) con respecto a las hembras (−0,20).

Correlaciones fenotípicas entre pesos vivos

Con el objeto de interpretar mejor los fenómenos de crecimiento y las discusiones posteriores relacionadas con eficiencia en la elección de reproductores, se calcularon correlaciones fenotípicas entre características de peso y aumentos de peso. En todos los casos las correlaciones calculadas son correlaciones intralíneas.

Correlaciones entre pesos

En el Cuadro 5 se indican los valores de correlaciones fenotípicas entre pesos a distintas edades, separándose aquellos obtenidos en la masa y en el pedigree. Todos los valores son significativos.

Las correlaciones más bajas se obtienen con pesos al nacer. La correlación obtenida con peso al destete se encuentra dentro de los valores más bajos de la literatura (Magofke *et al.*, 1977), aunque similares a los señalados por Koch *et al.* (1973), Brinks *et al.* (1962). En el resto de las relaciones, los valores tienden a bajar a medida que la distancia, en edad, de los pesos que se asocian es mayor, sobre todo cuando la relación se establece con 24 meses. Los valores encontrados son inferiores a los calculados por Brown *et al.* (1972) al relacionar pesos a distintas edades. La explicación debe encontrarse en el distinto manejo dado a los animales.

Correlaciones entre pesos y aumentos de pesos

Las correlaciones entre pesos vivos y aumentos de peso en determinados períodos son muy variables, no sólo por su magnitud sino también por su signo. Del Cuadro 6 puede, no obstante, deducirse que en general, los pe-

Cuadro 6
CORRELACIONES FENOTIPICAS ENTRE PESOS Y AUMENTOS DE PESO

Edad (meses)	*Etapa 1*[1]	*Etapa 2*[2]
N	0,08**	—0,11**
6	—0,34**	—0,12**
8	—0,16**	0,22**
12	—0,16**	0,03
18	—0,23**	

[1] Etapa 1. Crecimiento ocurrido en el período inmediatamente posterior (N-6, 6-8, 8-12, 12-8 y 18-24 meses)
[2] Etapa 2. Crecimiento ocurrido en el período subsiguiente (6-8, 8-12, 12-18 y 18-24 meses).
** Significativo al 1%
* Significativo al 5%

Cuadro 5
CORRELACIONES FENOTÍPICAS ENTRE PESOS A DISTINTAS EDADES EN LA MASA Y EL PEDIGREE

		EDAD				
Edad (meses)	*Línea (1)*	*6 (meses)*	*8 (meses)*	*12 (meses)*	*18 (meses)*	*24 (meses)*
Nacer	M	0,24**	0,29**	0,15**	0,19**	0,16**
	P$\bar{x}$	0,33**	0,15**	0,22**	0,16**	0,23**
6			0,71**	0,62**	0,63**	0,44**
	P$\bar{x}$		0,82**	0,70**	0,53**	0,44**
8	M			0,72**	0,70**	0,42* (2)
	P$\bar{x}$			0,64**	0,67**	0,30 (2)
12	M				0,72**	0,67**
	P$\bar{x}$				0,73**	0,56**
18	M					0,66**
	P$\bar{x}$					0,80**

(1)
M = Ganado de masa
P$\bar{x}$ = Promedio ganado de pedigree
(2) = Valor obtenido sólo con machos
** Significativo al 1%
* Significativo al 5%

sos vivos están negativamente relacionados con los aumentos de peso inmediatamente posteriores. La única excepción se presenta entre pesos al nacer y aumentos de peso predestete. Estos valores son similares a los encontrados por Brinks *et al.* (1962) y Kress y Burffening (1972).

El mayor efecto de crecimiento compensatorio se produce entre el peso al destete y el aumento de peso de los dos meses siguientes. En todos los casos, sin embargo, este efecto tiende a eliminarse, e incluso a recuperarse en el período subsiguiente. Peso al destete es la única excepción, ya que los animales más pesados aumentaron menos, también, en el período subsiguiente. Este hecho, no obstante, no provoca una asociación negativa entre peso al destete con el incremento de peso que ocurre a los 24 meses, donde la asociación es cero. Este valor se encuentra por debajo de estimaciones similares de la literatura mundial, que registra valores entre −10 y 25 (Kress y Burffening, 1972; Koch *et al.*, 1973; Wilson *et al.*, 1963; Swiger *et al.*, 1961 y 1962 y Carter y Kincaid, 1959).

Las relaciones negativas, en muchos casos, entre pesos y aumentos, no logra alterar el hecho que mayores pesos a una edad siguen siendo mayores posteriormente, a pesar del menor aumento ocurrido (Cuadro 5), sobre todo en el período inmediatamente posterior.

Correlaciones antre aumentos de pesos

En el Cuadro 7 se indican las asociaciones entre aumentos de pesos ocurridos en distintos períodos.

Los aumentos de peso postdestete, muestran una asociación negativa con los aumentos del período inmediatamente siguiente. Este hecho permite suponer una asociación nula, cuando se relaciona un período con el conjunto de varios períodos.

Cuadro 7
CORRELACIONES FENOTIPICAS ENTRE AUMENTOS DE PESOS.

Período inmediatamente posterior			*Período subsiguiente*		
Período inicial	*Período final*	*r*	*Período inicial*	*Período final*	*r*
N — 6	6 — 8	−0,36**	N — 6	12 — 18	0,03
6 — 12	12 — 18	−0,30**	6 — 12	18 — 24	0,24**
8 — 12	12 — 18	−0,19*	8 — 12	8 — 24	0,22
12 — 18	18 — 24	−0,31**			

** Significativo al 1%
* Significativo al 5%

Al relacionar el crecimiento ocurrido entre los períodos 6-12 meses y 18-24 meses (marzo a septiembre) se observa una correlación positiva de 0,24**. Esta asociación se transforma en negativa cuando este mismo período invernal se relaciona con el crecimiento de primavera verano, −0,30**, es decir, entre 12 y 18 meses. Esta situación se mantiene con una magnitud de −0,31** cuando se relaciona el crecimiento primavera-verano entre 12 y 18 meses con el crecimiento otoño-invierno ocurrido entre los 18 y 24 meses. Esta asociación indicaría diferente aptitud de crecimiento de los animales según el crecimiento de los pastos. Existe consenso que la relación de incrementos de peso pre y postdestete es negativa (Hill *et al.*, 1966 y Brown y Gálvez, 1968). En este trabajo esta relación es negativa aunque de bajo valor. Cuando se relaciona el incremento predestete con los períodos 8-12, 12-18 y 18-24 los valores son, en el mismo orden −0,14*, 0,03 y −0,17**

Cuadro 8
INDICES DE FERTILIDAD Y VIABILIDAD EN EL REBAÑO EXPERIMENTAL

Características	*Masa*			*Pedigree*			
	Número del parto			*Número del parto*			
	1er. P	*2° y más*	*total*	*1er. P*	*2° y más*	*total*	*total*
Vacas expuestas a toro	289	1.437	1.726	187	591	778	2.504
Porcentaje nacimientos	79,2	79,8	79,7	75,9	76,3	76,2	78,6
Porcentaje destete	67,8	76,3	74,9	66,3	70,6	69,5	73,2
% Natimortos	9,3	2,1	3,3	8,6	3,4	4,6	3,7
% Muertes durante la lactancia	2,1	1,4	1,5	1.1	2,4	2,1	1,7

Indices de fertilidad

La fertilidad del rebaño se analiza por su importancia económica en sí y por su influencia en los avances posibles de obtener a través de selección. En el Cuadro 8 se resumen algunos parámetros que miden esta característica.

Los valores, según la tabla de calificación dada por De Alba (1964) son buenos, observándose porcentajes de nacimientos cercanos al 80% y porcentajes de destete próximos al 75%. La diferencia entre masa y pedigree debe atribuirse, en parte, a los sistemas de apareamiento usados En la masa, se utiliza de 4 a 5% de toros que actúan simultáneamente y en conjunto con un grupo de vacas. En el pedigree, el porcentaje es similar, pero por razones prácticas, para poder conocer la geneología del individuo, actúa un toro con cada grupo de vacas.

Los porcentajes de nacimientos de las vacas de primer parto son muy parecido al de las vacas adultas. Son inferiores sólo en 0,9%. La diferencia se produce al destete donde por existir mayor porcentaje de natimortos y de muertes durante la lactancia en la vaca primeriza esta diferencia aumenta a 7,50%. La mayor importancia corresponde a los natimortos, donde se observa una frecuencia tres veces mayor que en vacas primerizas con respecto a vacas adultas.

Los índices de fertilidad calculados son casi iguales en el pedigree a los obtenidos por Pordlech en un período de años diferentes para el mismo rebaño (1957-1971). La masa observa, no obstante, una disminución de aproximadamente 5 puntos con respecto a los valores dados por este autor.

LITERATURA CITADA

ALBA, J. DE. 1964. Reproducción y genética animal. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 446 p.

BRINKS, J.S., CLARK, R.T., KIEFFER, K.M. y QUESENBERRU, J.R. 1962. Mature weight in Hereford cows heritability repeatability and relationship to calf performance. Journal of Animal Science 23(3):501-504.

BROWN, C. J. y GÁLVEZ, V. 1968. Maternal effects on birthweight of beef cattle. Journal of Animal Science 27(4):1125.

BROWN, J.E., BROWN, C.J. y BUTTS, W.T. 1972. A discussion of genetic aspects of weight, nature weight and rate maturing in Hereford and Angus cattle. Journal of Animal Science 34(4):525-537.

BURRIS, M.J. y BLUNN, C.T. 1952. Some factors affecting gestation lenght and birth weight of beef cattle. Journal of Animal Science 11(1):34-41.

CARTER, R.C. y KINCAID, C.M. 1959. Estimated of genetic and phenotypic parameters in beef cattle. Journal of Animal Science 18(1):323-330.

HARVEY, W.R. 1964. Computing procedures for a generalized least-squares analysis program. U.S. Department of Agriculture. Agricultural Research Service, Biometrical Service. 50 p.

HILL, J.R. Jr., LEGATES, J.E. y DIWARD, E.U. 1966. In heritance of maternal effects in beef cattle. Journal of Animal Science 25(1):264.

KOCH, R.M., CUNDIFF, L.V., GREGORY, K.E. y DICKERSON, G.E. 1973. Genetic and phenotypic relations associates with preweaning and postweaning growth of Hereford bulls heifers. Journal of Animal Science 36(1):235-239.

KRESS, D.D., BURFFENING, J. 1972. Weaning weight related to subsequent most probable producting obility in Hereford cows. Journal of Animal Science 35(2):327-335.

LARRY, V., CUNDIFF, L.V., GREGORY, K. E., SCHWULTS, F.J. y KOCH, R.M. 1974. Effects of heterosis on maternal performance and milk production in Hereford, Angus and Shorthorn cattle. Journal of Animal Science 38(4):728-745.

MAGOFKE, J.C., NEIRA, R., BASUALDO, M.A. y GARCIA, M.X. 1977. Mejoramiento genético del bovino de carne. *In:* Porte, E. Producción de carne bovina. Santiago, Universitaria. pp. 94-126.

PORTE, E. 1963. El bovino criollo chileno y posibilidades de su mejoramiento por cruza con Hereford. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. Boletín Técnico N° 19. 25 p.

_____. 1972. La raza bovina Hereford en Chile (origen, desarrollo, productividad). Conferencia Mundial Criaderos Hereford, 6ª, Sud Africa. Informe. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. 24 p.

_____ y RAMÍREZ, R. 1969. Producción de leche y materia grasa en vacas Hereford. Maipú, Chile, Universidad de Chile, Estación Experimental Agronómica. Departamento de Ganadería y Producción Pratense. Memoria Anual 1968. pp. 10-37.

RAMÍREZ, R. y PORTE, E. 1976. Producción de leche en ganado Hereford de praderas naturales del área de secano interior de la zona central de Chile. Avances en Producción Animal. 1(2):149-164.

SWIGER, L.A., KOCH, R.M., GREGORY, K.E. y ARTHAUD, V.H. 1961. Effect of lenght of the feeding period on accuracy of selection for gain and feed consumption in beef cattle. Journal of Animal Science 20 (4):802-808.

____, _____, _____, _____. 1962. Selecting beef cattle for economical gain. Journal of Animal Science 21(3):588-592.

VESELY, J.A. y ROBINSON, O. 1971. Genetic an maternal effects on pre-weaning growth score in beef calves. Journal of Animal Science 32(5):825-831.

WILLSON, L.L., DINKEL, C.A., RAY, D.E. y NINYARA, J.A. 1963. Beef cattle selection indexes involving conformation and weight. Journal of Animal Science 22(4):1086-1090.

ANALISIS GENETICO DEL REBAÑO EXPERIMENTAL HEREFORD DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

II. Pruebas de Comportamiento

EDUARDO PORTE F. [1], JUAN CARLOS MAGOFKE S. [2]
RAÚL RAMÍREZ M. [2], ALBERTO MANSILLA M. [3]

Departamento de Ganadería y Producción Pratense
Facultad de Agronomía, Universidad de Chile
Casilla 1004, Santiago, Chile

RESUMEN

Se analizan los resultados de las pruebas de comportamiento de 11 años, en el rebaño experimental de ganado Hereford de la Universidad de Chile. Se compara la eficiencia de la selección realizada al destete y 12 meses con respecto a la eficiencia máxima posible. Paralelamente se entregan antecedentes relacionados con eficiencia de selección a los 6, 12 y 18 meses, comparados con una selección simulada a los 24 meses. Los valores de eficiencia fueron de 0,68, 0,91 y 0,84, respectivamente.

Se analiza además, el comportamiento de la progenie de los toros fundadores importados (1967, 1972), del semen importado (1976-1977) y de los toros seleccionados del plantel. Los resultados consideran pesos al nacer, destete y 12 meses de edad, no existiendo diferencias significativas entre dichos grupos.

SUMMARY

The performance of Hereford cattle through 11 years was determined in experimental stock belonging to the University of Chile. Selection efficiency at weaning and at 12 months of age was compared with maximum possible efficiency. Simultaneous observations were made concerning efficiency at 6, 12 and 18 months as compared with a simulated efficiency at 24 months. Values obtained were 0.68, 0.91 and 0.84 respectively.

Studies were also carried out on the performance of imported sires' offsprings (1967 1972), imported semen (1976-1977) and sires selected from the herd. Results considered weights at birth, at weaning, and at 12-months old; no significant differences being found among such groups.

INTRODUCCION

El Hereford es la raza más utilizada en el mundo como animal especializado en la producción de carne. Debido a ello existe abundante información en la bibliografía respecto a parámetros genéticos y posibilidades de mejoramiento a través de la selección. No obstante, el manejo que se da a los animales en el exterior, no corresponde a las condiciones en que esta raza está siendo utilizada en Chile.

En pruebas de comportamiento es de utili-

[1] Ing. Agr. Prof. Depto. de Ganadería y Producción Pratense. Facultad de Agronomía, Universidad de Chile.
[2] Ing. Agr. Mg. Sci. Profs. Depto. de Ganadería y Producción Pratense. Facultad de Agronomía, Universidad de Chile.
[3] Prof. de Matemáticas. M.S., Prof. Depto. de Ganadería y Producción Pratense. Facultad de Agronomía, Universidad de Chile.

Recepción de originales: 3/VI/79.
Avances en Producción Animal, 4(2):87-95, 1979.

dad conocer al valor predictivo del peso vivo a una edad dada, respecto a otras características de valor económico. Brown *et al.* (1972) encontraron correlaciones genéticas entre peso a los 12 meses con pesos a los 16, 20, 24 y 36 meses del orden de 1,00 en todos los casos en raza Hereford y correlaciones fenotípicas de 0,99, 0,97, 0,95 y 0,80 en el mismo orden. Como puede observarse, la asociación es muy alta, manteniéndose en el mismo nivel cuando se relacionan edades mayores a 12 meses. El peso a los 16 meses de edad, por ejemplo, tiene correlaciones genéticas de 1,00 con peso a los 20, 24 y 36 meses y correlaciones fenotípicas de un nivel similar a las mencionadas para doce meses.

Wilton y Baïra (1972) resumen los antecedentes de 26 estaciones de prueba en Estados Unidos y Canadá en las cuales se han usado pruebas de comportamiento de 140 días a partir de los 8 meses con resultados similares a los indicados anteriormente. Swiger y Hazel (1961) analizan la información obtenida en pruebas de comportamiento y concluyen que un período de control de 4 a 5 meses, tomado a partir de los tres meses postdestete es una medición suficientemente exacta.

En EUA, en general, se expresan los resultados de la prueba basados en el peso final de los animales, considerándose este peso como principal característica. Eficiencia de conversión, que también constituye un factor importante, no se considera por la dificultad de su medición y por existir un mejoramiento asociado entre peso vivo y eficiencia de conversión. Entre estas características, Koch *et al.* (1967) obtienen una correlación genética de −0,79, Carter y Kincaid (1959) de −0,32 y Brown *et al.* (1972) de −0,19 y −0,62 en Hereford y Aberdeen Angus, respectivamente.

Dickerson *et al.* (1974) hacen una evaluación de eficiencia de conversión y consideran que el peso vivo al año de edad es un criterio de selección casi tan eficiente como la selección directa a favor de esa característica.

Cundiff *et al.* (1969) estudian las correlaciones genéticas entre rapidez de crecimiento y características de la canal. Estos autores concluyen que la selección por velocidad de crecimiento es compatible con las características deseadas de la canal. Mayor velocidad de crecimiento produce un mayor porcentaje de carne de primera, existiendo una mayor relación entre rapidez de crecimiento con desarrollo muscular, que con depositación de grasa. Un crecimiento más rápido, sin embargo, no influye en el rendimiento al corte.

Finalmente, es importante destacar que rapidez de crecimiento y fertilidad son características no relacionadas, aun cuando la madurez sexual tiene, según Brown *et al.* (1962), una correlación genética con peso adulto y con rapidez de crecimiento (−0,95 y −0,97, respectivamente).

Todo lo anterior indica que el peso a los 12 meses es el mejor criterio en la elección de animales destinados a reproducción, indicando que una selección basada en este criterio lleva a la obtención de animales de mayor peso corporal en la edad adulta.

En todos los trabajos mencionados, sin embargo, la regla general es que los individuos alcanzan peso de beneficio a edades menores de dos años y en la mayoría de los casos cercana a los 16 meses. En el presente estudio interesó, por lo tanto, revalidar este tipo de recomendaciones en condiciones de fuerte restricción alimenticia, precisamente en la etapa en que los animales cumplen los doce meses. Entre los 8 y los 12 meses, período comúnmente recomendado por la literatura, para hacer la prueba de comportamiento, los incrementos de peso del rebaño que se analiza alcanzan a sólo 0,5 kg diarios, en machos preseleccionados, situación normal por tratarse de meses invernales. El trabajo, por tanto, evalúa la predicción de peso al destete, a los 12 y 18 meses como estimadores del peso de beneficio que se logra, aproximadamente, a los dos años. Como explican Porte *et al.* (1979) el rebaño se originó por importaciones de distintos orígenes, habiendo sido ayudado el mejoramiento genético por importaciones de toros de valor comprobado en otros países. Interesó, por lo tanto, evaluar fundamentalmente el éxito de las diferentes posibilidades usadas tanto en la importación como en los criterios de selección seguidos. Ello tuvo por objeto proponer normas a futuro en el mejoramiento genético del rebaño experimental y de predios particulares en condiciones ecológicas similares a la de la Estación Experimental.

METODOS

Los registros utilizados en este trabajo así como el manejo y condiciones ecológicas en que se encontraban los animales son descritos por Porte *et al.* (1979 a).

La información que se utiliza, en este caso, ha sido corregida por los factores ambientales que son descritos por los mismos autores.

Las intensidades de selección promedio, en la elección de toros de masa y pedigree obtenidas a través de las puebas de comportamiento, no pudieron calcularse directamente, por tratarse de poblaciones ya seleccionadas.

Para obviar este problema, se estimó el promedio y la varianza de la población total usando el promedio y la varianza de las poblaciones seleccionadas y la intensidad de selección aplicada. Se usaron las siguientes relaciones:

$$\bar{X} = \bar{X}_s - i.S_s [\, 1 - i(i - \bar{x}) \,]^{-1/2}$$

$$S = S_s [\, 1 - i(i - \bar{x}) \,]^{-1/2}$$

donde:

$\bar{X}$ y S = promedio y desviación estándar de toda la población

$\bar{X}_s$ y S_s = promedio y desviación estándar de la población seleccionada

i = intensidad de selección

$\bar{x}$ = punto de truncamiento, calculado a través de:

$$\int_{\bar{x}}^{\infty} f(x)\, dx = p$$

p = proporción de individuos seleccionados y

$f(x)$ = densidad normal.

La eficencia promedio en la elección de reproductores, utilizando pesos a distintas edades como estimadores del comportamiento de los reproductores a una edad más avanzada, se describe en la siguiente expresión:

$$Ef = \frac{(\bar{q}_x - \bar{q}_{25})\, y}{(\bar{q}_{75} - \bar{q}_{25})\, y}$$

donde x = edad usada para estimar el peso de una edad posterior y

$\bar{q}_x$ = peso promedio a la edad y de los mejores individuos a la edad x

$\bar{q}_{25}$ = peso promedio del cuartil inferior edad y

$\bar{q}_{75}$ = peso promedio del cuartil superior en la edad y

La eficiencia de los valores sin corregir, se obtuvo utilizando esta misma expresión. Aquí, sin embargo, $\bar{q}_y$ representa los valores sin corregir a la edad y.

Criterios en la elección de reproductores basados en pruebas de comportamiento por peso vivo

En el rebaño analizado se han tomado en cuenta varios criterios en la elección de los reproductores. Estos han sido peso vivo, aspectos de conformación y valor reproductivo. En esta parte interesa analizar la eficiencia obtenida en la selección de los reproductores, considerando exclusivamente el peso vivo de éstos. Por otra parte, interesa analizar el uso de pesos a distintas edades, para evaluar su eficiencia comparada con una prueba de máxima longitud. Esta última se obtiene al medir crecimiento entre 8 y 24 meses. Finalmente, es útil conocer el efecto que puede provocar el uso de informaciones de peso vivo, sin corregir previamente por factores no genéticos, en el momento de hacer la selección de los animales.

En este estudio se consideran preseleccionados aquellos individuos a los cuales se les hace la prueba de comportamiento. En este caso, el único criterio posible de considerar es el peso al destete. Por razones de comodidad se les denominará en lo sucesivo, indistintamente, animales seleccionados o preseleccionados. Los individuos seleccionados en sentido estricto son aquellos que realmente dejaron descendencia en el rebaño. El análisis se hace sólo en machos, ya que como se indica en el Cuadro 1, no hubo selección en peso vivo al destete en las hembras.

En el Cuadro 1 se comparan tres intensidades de preselección:

- intensidad de preselección realmente lograda en los individuos que entran en la prueba de comportamiento(i_1);
- intensidad de preselección posible usando valores sin corregir por efectos no genéticos(i_2), e
- intensidad de preselección óptima usando valores corregidos (i_3).

En los dos últimos casos, la preselección se refiere a la selección de animales cuyo valor está en una desviación estándar sobre el promedio de la población. La razón de utilizar

Cuadro 1
COMPARACIÓN DE LAS INTENSIDADES DE PRESELECCIÓN APLICADA VERSUS LA ELECCIÓN DE INDIVIDUOS CON VALORES SOBRE UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

	MASA		*PEDIGRÍ*	
	Nacer	*Destete*	*Nacer*	*Destete*
Machos i_1	0,30	0,83	0,05	0,15
i_2	0,34	1,58	0,69	1,36
i_3	0,37	1,61	0,65	1,40
Hembra i_1	—0,01	—0,20	0,04	0,00

peso al destete como criterio de preselección, se debe a las altas correlaciones genéticas observadas en los pesos, a esta edad con pesos posteriores (Koch *et al.*, 1973 y Brown *et al.*, 1972), a pesar de que este mismo tipo de relación con ganancia diaria postdestete es mucho más baja (Swiger *et al.*, 1961; Carter y Kincaid, 1959· Willson *et al.*, 1963; Harricharan *et al.*, 1967; Koch *et al.*, 1967) e incluso negativa, como la obtenida por Hallis *et al.* (1972).

Las intensidades de selección en la masa son mucho mayores que en el pedigree (Cuadro 1). Esto se debe a que existe un número mucho mayor de individuos de masa, lo que hace que los animales probados constituyan sólo una muestra de esta población. En el pedigree, prácticamente a todos los animales se les midió su comportamiento. Interesa, por lo tanto, discutir con mayor detalle las intensidades de selección en la masa.

Las intensidades de selección indirecta en pesos al nacer, son en general bajas y muy parecidas en los tres criterios analizados. Estos valores tuvieron, a pesar de ello, fluctuaciones de importancia entre años y entre líneas dentro de años.

En pesos al destete se obtuvo una intensidad de selección mucho menor que la óptima. Esta fue aproximadamente la mitad del máximo. En general, la intensidad de selección, en el promedio de los años, fue cercana a 1, excepto en 1968 y 1970 donde prácticamente el peso vivo no constituyó un criterio en la elección de los animales que entraban a prueba de comportamiento.

Es muy claro que se pierde muy poca eficiencia al elegir los animales sin hacer correcciones. Las eficiencias en la masa y en el pedigrí fueron 0,98 y 0,97, respectivamente.

La intensidad de selección óptima es mayor en la masa que en el pedigree al destete, esto se explica por los tamaños de las poblaciones usadas en cada caso. Las intensidades indirectas logradas en pesos al nacer son mayores en el pedigree que en la masa. Esta situación se explica por existir una mayor asociación entre estas características en el pedigree (Porte *et al.*, 1979).

En el Cuadro 2 se entregan valores de intensidad de selección realmente obtenidas en machos que dejaron descendencia en el rebaño. En ese cuadro se hacen tres comparaciones:

- selección hecha considerando los pesos al destete tomando como base toda la población;
- selección hecha basada en los pesos a los 12 meses, y
- selección hecha basada en los pesos de 12 meses, midiendo su efecto en el peso a los seis meses.

En los dos últimos casos, las intensidades de selección fueron calculadas estimando la población total basada en la muestra seleccionada. El procedimiento se describe en materiales y métodos. No se consideraron posibilidades de seleccionar a los 18 y 24 meses, dado que existía poca información a esas edades.

Bajo cada uno de estos criterios se comparan las intensidades de selección realizadas, con la intensidad posible de obtener si los reproductores se hubieran elegido teniendo como único criterio su peso vivo. En general, las eficiencias son bajas, siendo mucho menor la obtenida en la masa, equivalente a menos de la mitad de la que se obtuvo en el pedigree. Se compara, a continuación el efecto que tiene la selección directa a los doce meses con su respuesta correlacionada al destete. En la masa se pierde un 29% y en el pedigree 21%. Aunque los valores son muy parecidos, debe tomarse en cuenta, sin embargo, que en el pedigree casi toda la población tenía peso a los 21 meses y en la masa, sólo se disponía de una muestra que no necesariamente incluía los mejores pesos al destete. Esta explicación es válida también para comprender la diferencia de los valores i_2 posibles de obtener en la masa y en pedigree. La intensidad de preselección fue similar a la intensidad de selección final de los toros de masa que dejaron progenie en esa línea (cuadros 1 y 2).

En el Cuadro 3 se indican las eficiencias posibles de obtener, en la determinación de los mejores toros, cuando los pesos usados son ob-

Cuadro 2
EFICIENCIA PROMEDIO EN LA ELECCIÓN DE TOROS DE MASA Y PEDIGREE A TRAVES DE LAS PRUEBAS DE COMPORTAMIENTO

Origen	EDAD								
	Selección hecha a los 6 meses con peso a los 6 meses			*Selección hecha a los 12 meses con peso a los 6 meses*			*Selección hecha a los 12 meses con peso a los 12 meses*		
	i_1[1]	i_2	E_f	i_1*	i_2*	E_f	i_1*	i_2*	E_f
Masa	0,77	2,10	0,37	0,39	1,49	0,26	0,47	1,54	0,31
Pedigree	0,82	1,35	0,61	0,89	1,07	0,83	1,33	2,10	0,66

[1] i_1 = Intensidad de selección realizada
i_2 = Intensidad de selección posible de obtener
i^* = Intensidad de selección calculada sobre una población estimada.
$E_f = i_{1/i2}$

tenidos a edades más tempranas. Se entrega también la eficiencia en la elección de los reproductores utilizando valores de peso vivo sin corregir. La capacidad del uso del peso al destete para elegir los mejores individuos a los 12, 18 y 24 meses es medianamente alta. Se observan muy pequeñas diferencias entre las edades que se estiman. Siendo los valores bastante elevados, es evidente que la prueba de comportamiento a edades posteriores mejora la estimación.

El peso a los 12 meses es muy eficiente para decidir qué animales hubiesen sido los mejores a los 18 y 24 meses. Es sorprendente que su eficiencia sea mayor que la que muestra el peso a los 18 meses, como criterio para elegir a los dos años. Los valores encontrados, aun cuando son obtenidos con información de un número reducido de años, muestran gran semejanza en la masa y el pedigree. La eficiencia al hacer selección usando valores no corregidos es prácticamente igual a la posible de obtener haciendo correcciones.

Las conclusiones dadas corresponden, en toda la discusión hecha, a la elección del 25% de los mejores individuos sin que importe el orden de éstos. En el caso que se desee una interpretación más estricta, en la que interese la distancia real del individuo con respecto al promedio de la población, sin duda que las correcciones son necesarias. Los valores de regresión usados para estimar pesos basados en pesos vivos a una edad dada, fueron obtenidos en toda la población. Debido a esto, en muchos casos, y sobre todo en años que se alejan mucho del promedio, la estimación exacta del peso vivo es muy poco precisa. Esto no afecta, en todo caso, la ubicación de los mejores individuos.

La literatura recomienda el uso de pruebas de comportamiento entre 3 y 5 meses, después de un período de estabilización de pesos postdestete (Swiger y Hazel, 1961). Por

Cuadro 3
EFICIENCIA EN LA ELECCIÓN DE REPRODUCTORES A TRAVÉS DE DISTINTOS CRITERIOS [1]

Línea	*Edades*	*Valor estimado a partir de*			*Valor observado sin corregir*
		6 (meses)	*12 (meses)*	*18 (meses)*	
Masa	12	0,71			0,98
	18	0,83	0,96		0,98
	24	0,65	0,92	0,84	0,98
Pedigree	12	0,73			0,97
	18	0,69	0,84		0,99
	24	0,72	0,89	0,84	0,96
Promedio	12	0,72			0,98
	18	0,76	0,90		0,99
	24	0,68	0,91	0,84	0,97

[1] La eficiencia se tomó teniendo como base el valor observado y conseguido.

las condiciones en que los animales usados en los ensayos citados se crían, alcanzan el peso de beneficio a una edad mucho más cercana al año que la que es posible obtener con animales sustentados exclusivamente por la pradera. Los resultados encontrados demuestran, sin embargo, que esta situación no varía fundamentalmente en esta última condición.

Wilton y Batra (1972) controlaron 957 animales en prueba de comportamiento que aumentaron en promedio 1,24 kg diario. El incremento de peso diario de los animales machos preseleccionados del presente trabajo, fue de sólo, 0,50 kg en el período comprendido entre los 8 y los 12 meses. El crecimiento anotado corresponde a meses invernales (mayo a agosto). Esto demuestra una diferencia en la sustentación de los animales bastante grande y un peso de beneficio mucho más tardío en los animales que se analizan en este trabajo. Es importante, en todo caso, continuar con pruebas hasta los 24 meses con objeto de poder validar en forma definitiva los resultados preliminares obtenidos.

Análisis de la progenie dejada por los toros entre 1967 y 1976

En el ganado de pedigree la geneología de los individuos es conocida, salvo excepciones. En la masa sólo se conocen los toros que actuaron en este período teniéndose información, excepcionalmente, de su progenie. Esto ocurre, dado que en la masa actúan varios toros en la población de hembras.

Los toros importados pueden dividirse en dos grupos: reproductores fundadores e inseminación artificial, producto de semen importado. Los toros fundadores actuaron prioritariamente entre los años 1967 y 1970, prolongándose, en algunos, su actuación hasta 1973. Los toros fundadores provienen de criadores particulares de Inglaterra y Canadá. Estos individuos pertenecían a criaderos de alto nivel.

Los toros seleccionados del rebaño actuaron a partir del año 1968. En 1976 se utilizó en gran medida inseminación artificial. Ese año las vacas de pedigree fueron inseminadas en su totalidad con semen importado.

El semen congelado utilizado en los años 1976 y 1977 proviene de EUA e Inglaterra. Los toros americanos son ejemplares destacados por su comportamiento en pruebas de crecimiento y tres de ellos poseen pruebas de progenie controlada. El semen inglés es de un ejemplar de alta excelencia que obtuvo máximas distinciones en las exposiciones de su país.

En el Cuadro 4 se entrega información de pesos al nacer, al destete y 12 meses, obtenida de la progenie de estos toros al actuar con vacas de pedigree. Los valores fueron corregidos por todos los efectos ambientales que demostraron ser importantes en los análisis efectuados (Porte *et al.*, 1979). Los pesos a los 12 meses consideran machos y hembras. En el caso de las hembras, sólo existe información controlada a partir de 1971. No a todos los machos se les controló pesos a los 12 meses, ya que la prueba de comportamiento en este sexo se hizo sobre una parte de la población. Los valores que se dan a esta edad, por lo tanto, tienen las restricciones indicadas, importantes de considerar si se pretenden generalizar estos resultados. Por este motivo, la discusión se centra fundamentalmente en pesos al destete, entregando los valores de pesos al nacer y 12 meses sólo como antecedentes. En el Cuadro 4 se presentan, separadamente, la progenie de los toros importados y los seleccionados del plantel. Se hace, además, una distinción dentro de los importados en fundadores y adquisiciones de semen congelado hechos últimamente.

Es claro, a través de la observación del Cuadro 4, que los toros han sido ocupados con una intensidad muy diferente. En los toros fundadores el reproductor 9 V representa el 48% de la progenie total obtenida. En los reproductores nacidos en el plantel, ocurre una situación parecida con el toro 196 C, el cual deja el 40% de la descendencia total. Este hecho hace que en la comparación de los promedios ponderados, obtenida en las tres categorías, influya mucho la calidad que estos toros tan intensamente usados tuvieron. En los toros fundadores ocurre que el toro 9 V fue el mejor en su grupo en pesos al destete; en cambio, en los toros nacionales el toro 196 C se encuentra muy cercano al promedio de su grupo. La ventaja de los toros fundadores con respecto a los restantes grupos, debe explicarse a través de este hecho, más que por una verdadera superioridad genética. Para clarificar la discusión, se calcularon los promedios sin ponderar, eliminándose aquellos reproductores con menos de 5 hijos. En esta situación, puede observarse que los tres grupos se encuentran a igual nivel.

Otro aspecto que interesa destacar es que el

Cuadro 4

PROGENIE DE TOROS NACIONALES E IMPORTADOS USADOS EN EL PEDIGREE

Número del toro	*Origen**	*Peso al nacer (kg)*	*n*	*Peso al destete(kg)*	*n*	*Peso a las 12 meses(kg)*	*n*
A. Toros fundadores importados (actuaron entre 1967 y 1972)							
9 V	C	36,7	113	185,8	113	214,0	62
23 W	I	34,9	14	182,6	14	238,0	1
28 V	I	35,9	67	172,4	67	212,8	30
35 V	I	34,4	34	163,2	34	205,8	12
11 V	C	30,0	9	153,9	9	230,0	4
Promedio Ponderado		35,8	237	177,4	213,6 237		109
Promedio simple		34,4		171,6	210,9		
B. *Semen importado I.A. (actuaron entre 1976 y 1977)*							
1 I	USA	34,8	21	181,2	211,7 21		13
41 F	I	35,0	18	178,1	210,0 18		13
756 I	USA	34,1	15	168,1	196,0 15		8
871 I	USA	36,9	7	166,6	191,0 7		3
Promedio Ponderado		34,9	61	175,4	206,0 61		37
Promedio simple		35,2		173,5	205,9		
C. *Toros nacidos en el plantel (actuaron entre 1971 y 1975)*							
168 C		37,0	19	186,4	254,0 19		7
23 A		36,6	8	178,9	241,5 8		2
72 B		34,6	23	177,0	211,2 23		16
196 C		35,0	80	174,9	195,9 80		57
37 B		35,6	8	173,1	252,0 8		2
25 A		33,8	34	165,6	200,9 34		21
234 C		36,8	18	162,6	166,3 18		11
1 B		33,3	7	162,6	227,6 7		5
99 B		39,7	3	147,3	199,0 3		1
P. Ponderado		35,2	200	172,8	202,4 200		122
P. simple		35,3	172,6		209,3		

* C = Canadá I = Inglaterra USA = Estados Unidos.

mejor toro que ha existido en la Estación Experimental es nacido en Chile. El toro 168 C tuvo un comportamiento realmente destacado. El promedio de su progenie es casi 14 kilogramos superior al promedio poblacional de su clase, a los 6 meses. Esta diferencia la aumentó en pesos posteriores (Porte *et al.*, 1977). Interesa señalar, además, que la intensidad de selección aplicada al destete en los toros de pedigree fue de 0,82, lo cual equivalió a un 61% de eficiencia con respecto al máximo posible de obtener (Cuadro 2). Los promedios obtenidos de la progenie de toros nacidos en Chile no es posible, por lo tanto, atribuirlas a la selección, ya que la intensidad fue relativamente baja y aunque hubiese sido elevada, el período es corto como para obtener resultados relevantes por selección. Podría suponerse, además, que siendo los toros nacidos en Chile hijos de toros importados de alta calidad, su eficiencia se hubiese mantenido con la intensidad de selección aplicada. Los toros fundadores a través de este análisis no mostraron ser superiores, a pesar de que el pedigree tiene valores mayores a la masa en pesos al destete, ya que se encontraron fuertes interacciones

genético-ambientales en el comportamiento postdestete y en definitiva, un peso similar a los 18 y 24 meses (Porte *et al* ., 1979). Lo anteriormente expuesto no pretende desmerecer la calidad de los animales importados existentes en la Estación Experimental, sólo intenta demostrar que la posibilidad de mejoramiento genético de los animales dentro de la Estación Experimental, por lo menos, no se encuentra en la importación, sino en el propio esfuerzo que se haga a través de selección.

Estas importaciones son útiles sólo para romper niveles de consanguinidad que se estimen peligrosos. No es posible hacer una generalización a nivel del país; pero los resultados que se indican no permiten predecir un cambio importante, por lo menos, al nivel que a veces se espera. Las razones pueden ser de variada índole. La primera duda radica en la calidad de los programas de selección que se aplican en los países desde donde se importa. Otra duda la constituye el hecho de que estos animales al ser seleccionados en esos países, lo son para condiciones ambientales diferentes a las existentes en Chile. Las Estaciones Experimentales, en especial Rinconada, tienen un importante papel que desempeñar apoyando a los Centros de Inseminación Artificial. Estos últimos es muy probale que obtengan mejores resultados con reproductores adquiridos de estos lugares, que con importaciones desde el exterior de alto costo.

LITERATURA CITADA

BROWN, J.E., BROWN, C.J. y BUTTS, W.T. 1972. A discussion of genetic aspects of weight, nature weight and rate of maturing in Hereford and Angus cattle. Journal of Animal Science 34(4):525-537.

CARTER, R.C. y KINCAID, C.M. 1959. Estimated of genetic phenotypic parameters in beef cattle. Journal of Animal Science 18(1):323-330.

CUNDIFF, I.V., CHAMBERS, D., STEPHENS, D.E. y WILLHAM, R.I. 1964. Genetic analysis of some growth and carcass trait in beef cattle. Journal of Animal Science 23(4):1133-1138.

DICKERSON, G.E., KUNZI, N., CUNDIFF, L.V., KOCH, R.M., ARTHAUD, V.H., GREGORY, K.E. 1974. Selection criteria for efficient beef production. Journal of Animal Science 39:659-673.

HARRICHARAN, H., DRATTON, R.W. y HENDERSON, C.R. 1967. Estimates of some genetic parameters of economic importance in Angus cattle. Journal of Animal Science 26(4):875.

HOLLIS, D., CLYBURN, T.M. y MC CORMICK, W.C. 1972. Comparison of criteria for selecting introduced beef sires. Journal of Animal Science 35(2):321-326.

KOCH, R.M., SWIGER, L.A., CHAMBERS, D. y GREGORY, K.E. 1963. Efficency of feed use in beef cattle. Journal of Animal Science 22(2):486-494.

_____, CUNDIFF, L.V., GREGORY, K.E. y DICKERSON, G.E. 1973. Genetic and phenotypic relations associates with preweaning and post-weaning growth of Hereford bulls and heifers. Journal of Animal Science 36(1):235-239.

PORTE, E., MAGOFKE, J.C., RAMÍREZ, R. y MANSILLA, A. 1977. Pruebas de comportamiento en ganado Hereford del rebaño experimental de la Universidad de Chile. Santiago, Facultad de Agronomía, 45 p.

_____, 1979. Análisis genético del rebaño experimental Hereford de la Universidad de Chile. Avances en Producción Animal 4(2):75-86.

SWIGER, L.A. y HAZEL, L.N. 1961. Optimum lenght of feeding period in selecting for gain

on beef cattle. Journal of Animal Science 20(1):189-194.

_____, KOCH, R.M., GREGORY, K.E. y ARTHAUD, V.H. 1961. Effect on lenght of feeding period on accuracy of selection for gain and feed consumption in beef cattle. Journal of Animal Science 20(4): 802-808.

WILLSON, L.L., DINKEL, C.A., RAY, D.E. y NINYARD, I.A. 1963. Beef cattle selection indexes involving comformation and weight. Journal of Animal Science 22(4): 1086-1090.

WILTON, J.W. y BATRA, T.R. 1972. Variance of gain of beef bulls in Central Stations. Journal of Animal Science 34(4):538-590.

ANALISIS GENETICO DEL REBAÑO EXPERIMENTAL HEREFORD DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

III. Prueba de progenie y selección individual

EDUARDO PORTE F.[1], ALBERTO MANSILLA M.[2]
JUAN CARLOS MAGOFKE S[3], RAÚL RAMÍREZ M.[3]

Departamento de Ganadería y Producción Pratense
Facultad de Agronomía, Universidad de Chile
Casilla 1004, Santiago, Chile

RESUMEN

Los índices de herencia para pesos al nacer, destete y 12 meses de edad fueron de 0,33, 0,33 y 0,38 respectivamente. Las correlaciones genéticas entre peso al nacer con peso al destete y 12 meses fueron de 0,66 y 0,56. Las correlaciones ambientales entre las mismas características, y en el mismo orden, son de 0,22 y 0,07. Las correlaciones genéticas y ambientales entre pesos al destete y 12 meses fueron de 0,70 y 0,77 respectivamente.

El máximo mejoramiento anual genético por selección individual fue de 2,77 kg a los 12 meses, logrado con fertilidad del 80% y un índice de herencia de 0,38. Para lograr este valor se usó la mejor estructura de edad del rebaño, considerendo un 16% de hembras de tres años y porcentajes descendentes hasta llegar a un 9% de hembras de 10 años. En los machos se consideró la permanencia de estos últimos sólo hasta los 4 años, pensando que empiezan a servir a los tres años.

El uso de la prueba de progenie sólo tiene ventajas importantes sobre la selección individual cuando los rebaños superan los 200 vientres. En este caso su ventaja se aproxima al 25%, reduciéndose ésta a sólo un 7% cuando se trabaja con rebaños de 100 vientres.

SUMMARY

Heritability for weights al birth, weaning and 12 months old were 0.33, 0.33 and 0.38 respectively. Genetic correlations among weights at birth with weights al weaning and at 12 months old were 0.66 and 0.56. Environmental correlations for the same characteristics were 0.22 and 0.07. Genetic and environmental correlations between weights at weaning and at 12 months old were 0.70 and 0.77 respectively.

Maximum animal genetic improvement was 2.77 kg at 12 months old achieved with 80% fertility and 0.38 heredity rate. For obtaining this value, the best age distribution of the herd was used considering 16% of3-year-old females and decreasing percentages as low as 9% of10-year-old females.

Males were considered up to 4 years old only since they start servicing at 3 years old. The progeny test proved advantageous in individual selection when there are more than 200 dams in the herd. In this case, its advantage reaches 25% and decreasing to 7% when working with herds of 100 dams.

INTRODUCCION

En los artículos anteriores (Porte *et al.*, 1979 a y 1979 b) se hace una descripción de la población cuantificando su nivel productivo y el grado en que diferentes factores, genéticos y no genéticos, influyen en el crecimiento de los animales. En esos estudios se analizan también los procedimientos de selección empleados.

[1] Ing. Agr., Prof. Depto. de Ganadería y Producción Pratense, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile.
[2] Prof. de Matemáticas, M.S., Prof. Depto. de Ganadería y Producción Pratense, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile.
[3] Ing. Agr.,Mg. Sci., Prof. Depto. de Ganadería y Producción Pratense, Facultad de Agronomía,Universidad de Chile.

Recepción de originales: 3/VI/79.
Avances en Producción Animal, 4(2): 97-106, 1979.

En bovinos de carne es posible hacer mejoramiento genético a nivel predial, ya que la característica se exterioriza en ambos sexos y los índices de herencia para peso vivo son, en general, elevados.

Magofke *et al.* (1977) resume algunas estimaciones de parámetros genéticos en ganado de carne, en especial de fuentes americanas, hasta el año 1974. El valor de los índices de herencia para peso al nacer fluctúa entre 0,24 y 0,44 para pesos al destete entre 0,18 y 0,40 y para pesos a los 12 meses entre 0,33 y 0,57. Estos últimos valores corresponden a rebaños en condiciones de pastoreo.

Los valores indicados permiten, por lo tanto, haciendo uso de sistemas de selección individual y con un mínimo de registros, la obtención de las herramientas necesarias para hacer mejoramiento genético. En este trabajo se consideró importante revalidar, para las condiciones de la estación experimental, los parámetros genéticos obtenidos de la literatura a objeto de estimar los máximos logros posibles a través de la selección individual, usando como criterio de selección el peso vivo a los doce meses. Existe muy poca información publicada del uso de la prueba de progenie en toros de carne bajo condiciones de pastoreo. Backer *et al.* (1975) revisan la información disponible. En dicho trabajo se concluye que los mejores machos por prueba de comportamiento también se encuentran en los mejores lugares cuando ellos son evaluados con base a su progenie.

En el presente trabajo se simuló el beneficio extra que se logra al utilizar prueba de progenie bajo distintas posibilidades de manejo reproductivo, niveles de fertilidad y magnitudes del índice de herencia. Esta situación fue analizada con poblaciones de 100, 200 y 400 vientres a nivel de productor particular.

MATERIALES Y METODOS

El mejoramiento anual genético expresado en kilogramos posible de obtener a través de selección individual, se estimó por el procedimiento descrito por Rendell y Robertson (1950). La expresión utilizada fue:

$$MAG = \frac{h^2\ DS}{IEG}$$

donde:

DS = diferencial de selección efectivo promedio calculado a través de la superioridad de las vacas que dan origen a hijas e hijos destinados a la reproducción y la superioridad de los machos que dieron origen a hijas e hijos.

IEG = la edad promedio de vacas y toros cuando sus hijos han nacido, calculada por los cuatro caminos descritos en el diferencial de selección.

Para calcular el aporte de la prueba de progenie a través de los machos, se utilizó la siguiente expresión:

$$(MAG)_M = \frac{R_i \cdot 100 + (R_i + R_f) \cdot P}{IEG}$$

R_i = respuesta individual a la selección

R_f = respuesta familiar a la selección

P = proporción de la población utilizada con toros probados

IEG = intervalo promedio entre generaciones

$R_f = r \cdot i \cdot \sigma_A = r \cdot i \cdot h\ \sigma_P$

donde:

$$r = \left[\frac{nh^2}{4 + (n-1)\,h^2}\right]^{-1/2}$$ (Robertson. 1957)

$_A$ = desviación estándar aditiva

$_P$ = desviación estándar fenotípica

i = intensidad de selección

h^2 = índice de herencia

n = número de hijos por toro que se está probando.

Los parámetros genéticos se estimaron por regresión intramacho, cuando fue posible y por correlación intraclase en todos los casos. Los valores obtenidos por este último procedimiento fueron empleados para todas las estimaciones.

RESULTADOS Y DISCUSION

Parámetros genéticos

Los índices de herencia en pesos al nacer estimados fueron de 0,26±0,13 por regresión intramacho y 0,33±13 por correlación intraclase. Los valores encontrados a través de los dos métodos de análisis, se ubican dentro de los rangos más frecuentes obtenidos en la literatura. La estimación lograda por correlación intraclase se encuentra prácticamente en el punto medio de los valores obtenidos por otros autores, mientras que la estimación por regresión intramacho se acerca al límite inferior (Magofke *et al.*, 1977 y Preston y Willis, 1970). Valores similares fueron obtenidos por Brown y Gálvez (1968) (0,24), Swiger *et al.* (1962) (0,30), Koch y Clark (1955) (0,35), Swiger *et al.* (1962) (0,37), Brinks *et al.* (1964) (0,38), Vesely y Robinson (1971) (0,29).

En pesos al destete, las estimaciones dan valores de h^2 de 0,29± 0,06 y de 0,33±12, por regresión intramacho y correlación intraclase, respectivamente. Nuevamente, los valores estimados se encuentran muy cerca del punto medio de los rangos discutidos en la introducción siendo muy parecidos a los valores promedios de literatura.

Estimaciones muy similares obtuvieron Koch y Clark (1955) (0,24), Swiger *et al.* (1962) (0,28), Makmmund y Coob (1963) (0,24), Misyards y Dinkel (1965) (0,33), Brown *et al.* (1962) (0,30), Koch *et al.* (1963) (0,25), Hollis *et al.* (1962) (0,34) y Johembsken y Brinks (1971) (0,24).

A los doce meses el valor del índice de herencia fue de 0,38 ± 0,28. Si se compara este valor con estimaciones hechas en condiciones de manejo similares, este índice se encuentra dentro del rango, aunque muy cerca del límite inferior. Aun cuando con esta raza y en condiciones de pastoreo, Brown *et al.* (1972) y Backer *et al.* (1975) obtuvieron valores muy similares de 0,39 y 0,32 respectivamente.

Los valores estimados de las correlaciones genéticas fenotípicas y ambientales y los índices de herencia estimados por correlación intraclase se resumen en el Cuadro 1.

Los valores estimados se encuentran dentro de los rangos dados por la literatura. Las correlaciones genética se encuentran en general cerca del límite superior como se observa a continuación. Vesely y Robinson (1971) (0,49), Koch *et al.* (1973) (0,41; 0,53), Hallis *et al.* (1972) (0,23), Brink *et al.* (1962) (0,21), Pannish *et al.* (1964) (0,42), Brinks *et al.* (1964) (0,60), Berruecos y Robinson (1968) (0,84), Backer *et al.* (1975) (0,55 y 0,69). Estos últimos autores dan valores de correlación genética entre peso al nacer y peso al año de 0,40 y 0,50. Obtuvieron, además, correlaciones entre peso al destete y peso a los 12 meses de 0,76 y 0,76.

Cuadro 1
INDICES DE HERENCIA Y CORRELACIONES GENÉTICAS, FENOTÍPICAS Y AMBIENTALES

Variable	*Peso nacimiento (kg.)*	*Peso destete (kg.)*	*Peso 12 meses (kg.)*
Peso nacimiento	0,33±0,13	0,66±0,19 0,22	0,56±0,38 0,07
Peso destete	0,36	0,33±0,12	0,70±0,26
Peso 12 meses	0,33	0,65	0,38±0,28

Valores en la diagonal corresponden a índices de herencia
Valores bajo la diagonal corresponden a correlaciones fenotípicas
Valores sobre la diagonal corresponden en orden, a correlaciones genéticas y correlación ambiental

Los resultados encontrados en este estudio muestran que las correlaciones genéticas entre pesos al nacer con destete y 12 meses tienen valores superiores a las correlaciones fenotípicas a estas mismas edades. Las correlaciones ambientales son bajas y se acercan a cero cuando se relaciona peso al nacer con peso a 12 meses.

Al considerar la asociación entre peso al destete y peso a los 12 meses, se observa un aumento importante de las correlaciones fenotípicas y ambientales comparadas con las observadas en pesos al nacer. La correlación genética aumenta levemente siendo su valor similar al encontrado por Koch *et al.* (1973) cuando relacionó pesos al destete con peso final de los animales a los 15 meses. Este autor obtuvo correlaciones genéticas de 0,70 y 0,79 y correlaciones fenotípicas de 0,73 y 0,74. Los valores de correlaciones fenotípicas y genotípicas encontrados en este trabajo son muy similares.

Mejoramiento anual genético a través de selección individual a los 12 meses

Se estimó el mejoramiento anual genético posible de obtener considerando intensidad

de selección máxima. Para ello, en primer término fue necesario cuantificar la importancia de la estructura del rebaño (en ambos sexos), que otorga una relación intensidad de selección/intervalo entre generaciones, óptimas.

El tema se aborda comparando la estructura del rebaño de Rinconada con alternativas teóricas, las que se resumen en los cuadros 2 y 3. La estructura del rebaño de Rinconada se estimó con base a la composición promedio que éste tenía entre los años 1972 y 1975. Sólo se consideraron las vacas de masa, dado que la estructura en las vacas de pedigrí, aún se encontraba algo distorsionada por existir vacas fundadoras demasiado viejas compensadas con mayor porcentaje de hembras nuevas. Las poblaciones teóricas generadas consideran la restricción de tener el mayor porcentaje en vacas de tres años, disminuyendo cada año un mínimo de un 1%. Considerando estos supuestos, se estimó la máxima relación i/IEG. Estas se presentan en la última línea del Cuadro 2.

Si se comparan las mejores alternativas teóricas, considerando permanencia en el rebaño mínima de 6 años y máxima de 10, se observa que todas tienen una eficiencia mayor a la observada en el rebaño experimental de Rinconada. Esta mayor eficiencia es de una magnitud lo suficientemente baja como para considerar que la estructura actual del rebaño, en el sexo hembra, se acerca mucho al óptimo. La mejor eficiencia se obtiene con un rebaño de una edad máxima de 10 años.

En el Cuadro 3 se hace un estudio similar con los machos. En este caso, la relación i/IEG de los machos usados en Rinconada, se obtuvo usando como criterio para calcular el valor de i, el porcentaje de toros usados por primera vez entre los años 1971-1975. Este valor no concuerda con el valor 16,4% que aparece en la columna promedio toros de masa pedigrí de 2 años de edad. Fue común observar, sobre todo en el pedigrí, que los toros se usaban por primera vez a los cuatro años. La razón, en este caso, obedece a que en general, estos toros se usaron en su primer año en el rebaño de masa. Además, muchos de estos individuos debieron esperar la eliminación de su padre, ya que ambos se utilizaban en la misma línea.

Las estructuras idealizadas consideraron las alternativas de uso de los reproductores, solamente uno, dos o tres años. Existen variaciones importantes en los intervalos entre generaciones y en las intensidades de selección, obteniéndose la máxima eficiencia cuando los toros se usan dos años.

En el caso de los machos, se observa una mayor diferencia entre la estructura de edades

Cuadro 2

ESTRUCTURA DE EDADES EN DISTINTAS ALTERNATIVAS DE REBAÑOS DE HEMBRAS

Edad de las vacas (años)	*Porcentaje de hembras*					
	Tiempo que las vacas permanecen en el rebaño como reproductoras (años)					
	6	*7*	*8*	*9*	*10*	*R*
3	20	18	16	16	15	18,6
4	19	17	15	15	14	17,5
5	18	16	14	14	13	16,3
6	17	15	13	13	12	13,4
7	15	14	12	12	11	9,3
8	10	12	11	11	10	6,8
9		8	10	10	9	7,3
10			9	7	8	5,4
11				2	6	3,4
12					2	1,4
13						0,3
14						0,3
IEG	5,20	5,58	6,08	6,10	6,46	5,91
i	0,80	0,88	0,97	0,97	1,01	0,86
i/IEG	0,154	0,158	0,160	0,159	0,156	0,146

R = rebaño experimental de Rinconada

Cuadro 3
ESTRUCTURA DE EDADES EN DISTINTAS ALTERNATIVAS DE REBAÑOS DE MACHOS

Edad de los toros (años)	*Porcentaje de Machos*					
	Tiempo que los toros permanecen en el rebaño como reproductores (años)					
	1	*2*	*3*	*P*[1]	*M*	*(P+ M)*
3	100	50	33,4	—	23,3	16,4
4		50	33,3	27,8	25,6	26,2
5			33,3	11,1	27,9	23,0
6				5,6	9,3	8,2
7				22,2	11,6	14,8
8				16,7	—	4,9
9				11,1	2,3	4,9
10				5,0		1,6
IEG	3,00	3,50	4,00	6,44	4,70	5,21
i	1,65	1,98	2,15	2,15	2,09	2,09
i/IEG[2]	0,55	0,57	0,54	0,33	0,44	0,40

[1] P = Pedigree, M = masa

[2] La relación i/IEG se obtuvo calculando el porcentaje de toros usados por primera vez en el período 1971-75.

existente en Rinconada, con respecto a la analizada anteriormente en hembras. Especialmente baja se muestra la eficiencia posible de lograr en el pedigrí, donde la edad de los toros, cuando nacen sus hijos, alcanza valores de 6,44 años. En este análisis es importante recalcar que las comparaciones que se hacen entre las estructuras reales y las idealizadas, sólo muestran el potencial de mejoramiento genético. De ninguna manera indican la eficiencia que realmente se obtuvo en el rebaño experimental.

En el Cuadro 4 se resumen los valores del mejoramiento anual genético posibles de obtener en la estructura macho-hembra observada en Rinconada, con respecto a la combinación de las mejores estructuras encontradas en los cuadros 2 y 3. Se entregan, además, valores de intervalos entre generaciones e intensidades de selección para indicar, con mayor claridad, el origen de los valores promedios utilizados en la fórmula de mejoramiento anual genético.

El porcentaje de reemplazo se calculó restándole el porcentaje de nacimiento histórico (85%), un 5% por muertes o eliminaciones por otras causas.

Los diferenciales de selección se calcularon a través de los valores de i obtenidos de la relación Z/p, éstos multiplicados por la desviación estándar realmente observada en el rebaño experimental (Porte *et al.*, 1979 a y b) proporcionan las diferenciales de selección que se utilizaron. En el caso de los machos, donde sólo se tenía una muestra seleccionada de peso a los 12 meses, el valor de la desviación

Cuadro 4
MEJORAMIENTO GENÉTICO MÁXIMO POSIBLE DE OBTENER CON LA ESTRUCTURA IDEALIZADA COMPARADA CON LA COMPOSICIÓN REAL DEL REBAÑO EXPERIMENTAL

Componentes del DS	*RINCONADA*			*IDEAL*		
	DS (kg)	*IEG (años)*	*MAG (kg)*	*DS (kg)*	*IEG (años)*	*MAG (kg)*
H→H	21,33	5,91	1,37	24,06	6,08	1,50
H→M	5,53	5,91	0,36	5,53	6,08	0,35
M→H	58,06	5,21	4,23	55,00	3,50	5,97
M→M	58,06	5,21	4,23	55,00	3,50	5,97
Promedio	35,75	5,56	2,44	34,90	4,79	2,77

estándar se estimó a partir de los coeficientes de variación del sexo hembra. Para dejar la relación del sexo macho con una sola incógnita, el peso promedio de la población sin seleccionar se estimó a través del coeficiente de regresión que relaciona peso a 6 y 12 meses.

Especial dificultad existió en la estimación del componente hembra que dan origen a machos. Considerando que el sistema de selección que se analiza es el de prueba de comportamiento, en la elección de los machos, no era posible calcular este camino por el procedimiento de elegir las mejores madres. La solución dada fue estudiar, mediante los datos reales disponibles de la masa y del pedigree, la superioridad promedio de los machos que calificaron en cada año. El criterio usado fue el haber obtenido un macho ubicado en el 5% mejor de la población, evaluado a través de las pruebas de comportamiento. Es posible que el procedimiento usado haya subestimado el mejoramiento posible de obtener a través de este camino. Este valor se repitió en la población ideal.

Del Cuadro 4 se desprende que la máxima eficiencia posible de obtener en la estructura actualmente existente en el rebaño de Rinconada, alcanza a un 84% respecto al máximo posible de obtener en el estructura ideal. En este caso, la mayor pérdida de eficiencia se produce a través de los caminos machos que dan origen a machos y machos que dan origen a hembras. En el caso de Rinconada, el 17% del mejoramiento se obtiene a través de las hembras. Con la estructura ideal la importancia de las hembras se reduce a un 13,4%. El porcentaje de mejoramiento anual genético óptimo en la estructura ideal alcanza a un 1,5% anual, considerando peso a los 12 meses de 200 kilogramos. Finalmente, interesa resaltar en el presente Cuadro 4, que a pesar que los diferenciales de selección posibles de obtener son inferiores a los de la estructura de Rinconada, su eficiencia es mayor, por existir una disminución de un año en el intervalo entre generaciones.

En el Cuadro 5 se simula el mejoramiento posible de obtener considerando tres posibilidades de índices de herencia, las que se encuentran dentro del error estándar de este índice estimado en la población experimental. Estas situaciones se analizan con distintos valores de fertilidad, las que fluctúan entre 80 y 50%. Es claro que los valores de los índices de herencia tienen mayor importancia que la fertilidad del rebaño. En este último caso, dado que el mejoramiento posible de obtener por vía machos que dan origen a machos y a hembras es de tanta importancia, las posibilidades de mejoramiento no se ven fuertemente afectadas. En la estructura ideal una baja de la fertilidad de 0,80 a 0,50 reduce el diferencial de selección de hembras que dan origen a hembras, de 24,1 a 14,40, es decir, un 40%. En los componentes machos que dan origen a hembras y a machos, esta reducción sólo alcanza a un 11% en cada caso. Las reducciones calculadas en la estructura ideal, no deben generalizarse a otra estructura de edad de una población. En la estructura observada en Rinconada, por ejemplo, la reducción del componente hembras que dan origen a hembras es mayor y alcanza a un 50%.

Cuadro 5

MEJORAMIENTO ANUAL GENÉTICO POSIBLE DE OBTENER A DISTINTOS NIVELES DE FERTILIDAD Y CON 3 POSIBILIDADES DE ÍNDICES DE HERENCIA

Porcentaje destetados menos 5%	*Indices de herencia*		
	0,24	*0,38*	*0,52*
80	1,75	2,77	3,79
70	1,69	2,67	3,65
60	1,59	2,52	3,44
50	1,47	2,33	3,19

Con una estructura ideal y logrando el máximo de mejoramiento anual genético, en 10 años es posible mejorar el peso vivo a los 12 meses en 28,00 kg. Estas cifras, es de importancia por su valor en sí y por su estrecha asociación con pesos posteriores (Porte *et al.*, 1979 b).

Análisis de la prueba de progenie en el mejoramiento genético de peso a los 12 meses

Para evaluar las ventajas del uso de la prueba de progenie se analiza esta posibilidad considerando tres tamaños de población: 100, 200 y 400 vientres. Las restricciones impuestas fueron:

— Pruebas de los toros con valores aproximados a 20 vacas. Este valor se obtuvo considerando la máxima eficiencia dentro de las posibilidades económicas. Se obtenía mayor eficiencia probando los toros con

menor número de vacas. Disminuir la cifra que se indica, sin embargo, significa aumentar exageradamente los costos.

- Al usar los toros probados en monta natural, se consideró que 30 vacas eran el máximo de hembras posibles de usar sin bajar la fertilidad.
- Al usar los toros probados en monta dirigida, se aceptó la cifra de 60 vacas por toro dada por De Alba (1964).
- En inseminación artificial, la cifra de 100 vacas por toro es arbitraria.
- En todos los casos en que actúa un solo toro, se ha supuesto que la fertilidad baja del 80 a un 70%, al nacer. A los doce meses se supuso que llega a un 60% de los animales.
- Los toros a los que se hace prueba de progenie han sido previamente seleccionados por prueba de comportamiento individual.

En el Cuadro 6 se resume el mejoramiento genético anual posible de obtener a través de los machos que dan origen a machos y a hembras, en monta natural, dirigida y en I A En estos casos, se han elegido las mejores combinaciones en rebaños de 100, 200 y 400 vacas, pensando en las posibilidades de usar los toros probados uno o más años.

En rebanos de 200 vacas en que el toro probado es utilizado con monta natural, la mejor combinación se produjo utilizando menos del 50% de la población con estos animales. La mejor posibilidad se logró utilizando el 30% de las vacas con toros probados, los cuales actúan dos años.

En monta dirigida es posible utilizar un mayor porcentaje de las vacas con toros probados. La mejor posibilidad se obtiene utilizando el 60% de las vacas con machos de este tipo durante dos años. Con IA se logra la máxima respuesta usando el 50% de las vacas con toros probados, haciendo cambio de reproductores todos los años.

Más importante que la proporción de vacas destinadas a toros en prueba y que la proporción de toros elegidos a partir de los probados, es el sistema de reproducción posible de usar. La monta dirigida es 8,5% superior a la monta natural. Al utilizar IA destinado 100 vacas por toro, esta ventaja aumenta con respecto a la monta natural en 21,4% y con respecto a la monta dirigida en 9,8%.

En rebaños de 100 vacas se presenta una situación similar. En este caso, la IA no se consideró por razones de tamaño poblacional. La mejor eficiencia se obtiene utilizando, en este caso, el 30% de las vacas con toros probados y con monta dirigida el 40%. En ambas situaciones, el tiempo óptimo de aprovechamiento de los machos es de un año. Se advierte aquí que la monta dirigida supera a la monta natural en 100%. En rebaños de 100 vacas sólo interesa analizar las mayores ventajas de la IA ya que las restricciones impuestas para la monta natural y dirigida hacen que su eficiencia sea similar. En este caso nuevamente es óptimo usar un 50% de las vacas con toros probados, pero haciendo uso de éstos durante dos años.

Cuadro 6
USO DE PRUEBA DE PROGENIE EN REBAÑOS DE 100, 200 Y 400 VACAS

Tipo de reproducción	*Porcentaje de vacas usadas con toros*	*Años en que actúa el toro probado*	*Número toros en prueba*	*Número toros selección*	*IEG*	R^1	$(MAG)_M$
A. Con rebaños	de 100 vacas						
MN[2]	30	1	3	1	3,50	21,96	6,276
MD	40	1	3	1	3,50	22,77	6,907
B. Con rebaños	de 200 vacas						
MN	30	2	7	1	3,56	22,82	6,410
MD	60	2	4	1	3,83	26,99	7,047
IA	50	1	5	1	3,30	25,92	7,784
C. Con rebaños	de 400 vacas						
IA	50	2	10	1	3,42	27,48	8,034

[1] R = respuesta por generación
[2] MN = monta natural, MD = monta dirigida, IA = inseminación artificial.

Al resumir los tres tamaños de población propuestos, se deduce que la posibilidad de hacer IA mejora sólo en un 3,2% al pasar de un rebaño de 200 a 400 vientres. Sin duda que, en este caso, la restricción impuesta de 100 vacas por toro influye en las ventajas posibles de obtener.

En monta dirigida el rebaño de 200 vacas supera en un 2% a la monta natural, siendo esta ventaja muy pequeña. No interesó comparar con rebaño de 400 vientres, ya que la restricción de 60 vacas por toro hace que los resultados sean similares, cualquiera sea el tamaño de la población.

La eficiencia de la prueba de progenie comparada con la prueba de comportamiento individual, usada como único método de selección, se resume en el Cuadro 7. En este caso, se comparan los máximos mejoramientos anuales genéticos posibles, por vía macho (cuadros 4 y 6).

Cuando el toro probado se usa en monta natural, la ventaja de la prueba de progenie fluctúa, según el tamaño de la población, de 4 a 6,5%. En monta dirigida el efecto del tamaño de la población es mayor. En este caso, aumenta de 6,9 a 18,8%. Los mejores valores se obtienen con IA en los tamaños de 200 y 400 hembras en que las mayores eficiencias, con respecto a la prueba de comportamiento, fluctúan entre 21,3 y 25,6%. Los resultados que se entregan hacen difícil la justificación de la prueba de progenie en rebaños pequeños (100 vacas). Es indudable que los mayores costos por apotreramiento y la mantención de los toros por un período mayor, invalidan la pequeña ventaja extra conseguida. Con rebaños de mayor tamaño se obtienen ventajas de relativa importancia, sólo cuando se utiliza monta dirigida, destinando 60 vacas por toro probado o IA. En este caso, no obstante, además del mejoramiento de la infraestructura planteado anteriormente, se requiere una mayor especialización en la detección de celos, situación que dificulta bastante las labores de explotación de tipo extensivo.

Cuadro 7
EFICIENCIA DE LA PRUEBA DE PROGENIE EN RELACIÓN A LA PRUEBA DE COMPORTAMIENTO

Sistema de reproducción	*Tamaño del rebaño*		
	100	*200*	*400*
Monta natural (Máx. 30 vacas × toro)	104,0	106,5	–
Monta dirigida (Máx. 60 vacas × toro)	106,9	118,8	–
I A (Máx. 100 vacas × toro)	—	121,3	125,4

Finalmente, el mayor mejoramiento posible de obtener, en un rebaño de 200 vacas usando IA es de 0,59 kg más por año a los 12 meses. Esta cifra, en opinión de los autores, difícilmente podría justificar un mejoramiento de la infraestructura al nivel que se requiere en la prueba de progenie y con la utilización de la IA. Rebaños de 400 vientres son poco frecuentes en el país y las diferencias observadas con respecto a los rebaños de 200 vacas son muy pequeñas.

Los resultados que se han discutido sólo son válidos si se pretende hacer un mejoramiento genético a nivel predial. De ninguna manera estas conclusiones pueden hacerse extensivas a Centros de IA, que trabajan con poblaciones mucho mayores y con posibilidades que un reproductor deje mucho más de 100 descendientes.

LITERATURA CITADA

ALBA, J. DE. 1964. Reproducción genética animal. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 446 p.

BAKER, R. L., CARTER, A.H. y BEATSON, P.R. 1975. Progenie testing Angus and Hereford bulls for growth performance. Proceedings of the N.Z. Society of Animal Production. 35:103-111.

BERRUECOS, J.M. y ROBINSON, O.W. 1968. Preweaning growth in Brahmans. Journal of Animal Science 27(4):1124.

BRINKS, J.S., CLARK, R.T., KIEFFER, K.M. y QUESENBERRY, J.R. 1962. Mature weight in Hereford cows heritability, repeatability and relationship to calf performance. Journal of Animal Science 23(3):501-504.

———, ——— y URICK, J. J. 1964. Estimates of genetic, environmental and phenotypic parameters in range Hereford females. Journal of Animal Science 23(3):711 716.

BROWN, C. J. y GÁLVEZ, V. 1968. Maternal effects on birthweight of beefcattle. Journal of Animal Science 27(4):1125.

BROWN, J.E., BROWN, C.J. y BUTTS, W.T. 1972. A discussion of genetic aspects of weight, mature weight and rate maturing in Hereford and Angus cattle. Journal of Animal Science 34(4):525-537.

HOHENBOKEN, W.D. y BRINKS, J.S. 1971. Relationships between direct and maternal effects on growth in Hereford. III Covariance of paternal half-brother and sister performance. Journal of Animal Science 32(1):34-56.

HOLLIS, D., CLYBURN, T.M. y MC CORMICK, W.C. 1972. Comparison of criteria for selecting introduced beef sires. Journal of Animal Science 35(2):321-326.

KOCH, R.M. y CLARK, R.T. 1955. Genetic and environmental relationships among economic characters in beef cattle. I. Correlations among paternal and maternal halfsibs. Journal of Animal Science 14(3):775-785.

———, CUNDIFF, L.V., GREGORY, K.E. y DICKERSON, G.E. 1973. Genetic and phenotypic relations associates with preveaning and postweaning growth of Hereford Bulls and heifers. Journal of Animal Science 36(1):235-239.

LEHMAN, R.P., GAINES, J.A., CARTER, R.C., BOVARD, K.P. y KINCAID, C.M. 1961. Selection indexes for weaning traits in beef calves. Journal of Animal Science 20(1):53-57.

MAGOFKE, J.C., NEIRA, R., BASUALDO, A. y GARCÍA, M.X. 1977. Mejoramiento genético del bovino de carne. *In*: Porte, E. Producción de carne bovina. Santiago. Universitaria. pp. 94-126.

MAHMMUD, A. y COBB, E.H. 1963. Factors affecting weaning weight, preweaning gain and conformation scores of beef calves in Hawaii. Journal of Animal Science 22(3):820.

MISYARD, J.A. y DINKEL, C.A. 1965. Heritability and repeatability of weaning weight in beef cattle. Journal of Animal Science 24(4):1072-1074.

PAHNISH, O.F., ROBERSON, R.I., TAYLOR, R.L., BRINKS, J.S., CLARK, R.T. y RUBICEK, C.B. 1964. Genetic analysis of economic traits measured in rangeraised Herefords at preweaning and weaning ages. Journal of Animal Science 23(2): 562-568.

PORTE, E., MAGOFKE, J.C., MANSILLA, A. y RAMÍREZ, R. 1979 a. Análisis genético del rebaño experimental Hereford de la Universidad de Chile. I. Indices productivos. Avances en Producción Animal 4(2):75-86.

———, ———, ——— y ——— 1979b. Análisis genético del rebaño experimental

Hereford de la Universidad de Chile. II. Pruebas de comportamiento. Avances en Producción Animal 4(2):87-95.

PRESTON, T.R. y WILLIS, MB. 1970. Intensive beef production. Oxford, Pergamon Press. 540 p.

RENDEL, J.M. y ROBERTSON, A. 1950. Estimation of genetic milk yield by selection in a close herd of dairy cattle. Journal of Genetic 50(1):1-8.

ROBERTSON, A. 1957. Optimun group size in progenie testing and family selection. Biometrics 13:442-450.

SWIGER, L.A., KOCH, R.M., GREGORY, K.E. y ARTHAUD, V.H. 1962. Selecting beef cattle for economical gain. Journal of Animal Science 21(3):588-592.

VESELY, J.A. y ROBINSON, O. 1971. Genetic and maternal effects on preweaning growth and type score in beef calves. Journal of Animal Science 32(5):825-831.

ENCASTE PREMATURO DE BORREGAS MERINO PRECOZ FRANCES SOMETIDAS A DIFERENTES PLANOS NUTRICIONALES

I. Estudio del crecimiento de borregas en distintos planos nutricionales

HÉCTOR MANTEROLA B. [1], ALFREDO OLIVARES E. [1], FERNANDO BÓRQUEZ L. [1]
PATRICIO GREZ M. [2] Y MIGUEL FERNÁNDEZ R. [2]

Departamento de Ganadería y Producción Pratense
Facultad de Agronomía. Universidad de Chile
Casilla 1004, Santiago, Chile

RESUMEN

Con el fin de estudiar la posibilidad de obtener una madurez zootécnica a una edad menor, adelantando así la vida productiva, se realizó un estudio de 139 días de duración, durante el cual 54 borregas Merino Precoz de 6 meses de edad fueron sometidas a 3 niveles alimenticios, utilizando como base la pradera natural y suplementando con un concentrado basado en heno de alfalfa, afrechillo de trigo, afrecho de raps y urea.

En el tratamiento 1, el único aporte de nutrimientos lo constituyó la pradera natural. En el tratamiento 2, además de la pradera, se aportaron 270 g de suplemento por animal/día. En el tratamiento 3 se aportaron 530 g por animal/día.

Los efectos de los tratamientos se midieron a través del peso de los animales, variación de la disponibilidad de forraje, consumo de suplemento, porcentaje de pariciones y cantidad de lana producida.

En ninguno de los tratamientos se logró el peso de 40 kg, considerado como el mínimo para alcanzar la madurez zootécnica en el escaso número de borregas que gestaron (6%).

Se observan diferencias significativas en el peso final entre el tratamiento 1 (control) y el tratamiento 3, que se atribuye principalmente a la suplementación realizada en este último.

Se concluye que la pradera natural, en las condiciones en que se realizó el estudio, carece del nivel nutricional adecuado como para permitir el crecimiento requerido en las borregas y alcanzar la madurez zootécnica.

SUMMARY

The possibility of advancing ovine zootechnical maturity was studied from November 1975 to March 1976 with 54 six-year-old female lambs. These animals were alloted into three treatments corresponding to three nutritional levels the base of which was grassland. Supplements consisted of concentrates of hay, bran, rape meal and urea.

In treatment 1, nutrients were only supplied by grassland, whereas 30 and 60% of the requirements were, besides, provided by supplements in treatments 2 and 3 respectively.

Treatment effects were determined by measuring lambs' weights, variation in forage availability, supplement intake, lambing percentage and wool production.

Adequate weight for zootechnical purposes (40 kg for precocious Merinos) was not reached in none of the treatments. This fact was supported by overall lambing percentages which did not rech 6%.

Significant differences in final weights observed between treatment 1 (control) and treatment 3 are likely due to supplemental feeding of the latter.

It is concluded that grasslands, under the conditions of this study, lack the adequate nutritional level for female lambs to reach zootechnical maturity precociously.

[1] Ing. Agr., Mg. Sci., Prof. Departamento de Ganadería y Producción Pratense. Facultad de Agronomía. Universidad deChile.
[2] Ings. Agrónomos.

Recepción de originales: 14/IX/78.
Avances en Producción Animal, 4(2):107-113, 1979.