

Caracterización genética de un rodeo comercial de ganado Hereford

Genetic characterization in a commercial Hereford cattle herd

Pérez¹, J.L. y Melucci², L.M.

Unidad Integrada Balcarce UIB, Facultad de Ciencias Agrarias-UNMdP / EEA INTA

Resumen

Se evaluó el crecimiento pre y posdestete de un rodeo comercial de ganado Hereford en el partido de Balcarce, Bs. As. Argentina. A partir de 2.209 registros de peso al nacer (PN) y destete (PD) de animales nacidos entre 1993 y 2003, se construyó una genealogía de 3399 individuos y se analizó su determinismo genético. Para PN y PD, las heredabilidades para los componentes directos fueron: $0,30 \pm 0,09$ y $0,50 \pm 0,11$, respectivamente y para los componentes maternos: $0,11 \pm 0,06$ y $0,23 \pm 0,06$, respectivamente. Las correlaciones genéticas entre los componentes directos y maternos para PN y PD fueron: $-0,30 \pm 0,23$ y $-0,65 \pm 0,10$, respectivamente; $0,46 \pm 0,17$ la correlación genética entre ambos componentes directos y $-0,26 \pm 0,25$ la correlación genética entre los respectivos componentes maternos. Los caracteres posdestete: circunferencia escrotal (CE), peso final (PF), espesor de grasa dorsal (EGD) y área del ojo del bife (AOB), estas dos últimas determinadas ecográficamente, se registraron únicamente en machos y sus promedios fenotípicos y desvíos estándar fueron: $32,54 \pm 2,05$ cm; $444,41 \pm 18,19$ kg; $4,74 \pm 1,13$ mm y $83,66 \pm 9,24$ cm², respectivamente. Las tendencias genéticas, calculadas a partir de los registros de animales con información fenotípico y valor de cría predicho (VCP) en el carácter correspondiente, se calcularon como la regresión de los VCP de cada carácter en el año de nacimiento. Se registró un incremento ($p < 0,01$) de $0,024 \pm 0,008$ kg/año en el componente genético directo del PN; $0,039 \pm 0,009$ cm/año en la CE y $0,010 \pm 0,003$ mm/año en el EGD. Se destaca la necesidad de implementar adecuadas estrategias de selección de manera que las correlaciones genéticas entre los caracteres no produzcan respuestas correlacionadas desfavorables; organizar registros de información productiva y genealógica e implementar un protocolo de mediciones posdestete uniforme a través de los años para mejorar la valoración genética de los animales.

Palabras clave: bovinos para carne, parámetros genéticos, tendencia genética, crecimiento, composición corporal.

Summary

Pre and postweaning traits were evaluated in a commercial Hereford herd located at Balcarce, Buenos Aires Province. Birth (BW) and weaning (WW) weight records were available for two thousand two hundred and nine animals born from 1993 to 2003. The pedigree file had a total of 3399 animals. Heritabilities for direct components of BW and WW

Recibido: noviembre de 2006

Aceptado: abril de 2007

1. Alumno Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones.

2. Prof. Titular Fac. de Ciencias Agrarias-UNMdP. C.C. 276 (7620) Balcarce, Bs.As. lmelucci@balcarce.inta.gov.ar

were 0.30 ± 0.09 and 0.50 ± 0.11 , respectively; corresponding figures for maternal components were 0.11 ± 0.06 and 0.23 ± 0.06 . Correlations between direct and maternal components were -0.30 ± 0.23 for BW and -0.65 ± 0.10 for WW with a genetic correlation between the direct components of BW and WW equal to 0.46 ± 0.17 . Postweaning traits scrotal circumference (SC), final weight (FW), ultrasound subcutaneous fat thickness (FT) and rib eye area (REA) were measured only in males, and the averages were 32.54 ± 2.05 cm, 444.41 ± 18.19 kg, 4.74 ± 1.13 mm and 83.66 ± 9.24 cm², respectively. The genetic trend for each trait was estimated by regressing predicted breeding values (PBV) on birth year; only animals with phenotypic records for the trait were used for this analysis. The annual increases in the direct component were found to be 0.024 ± 0.008 kg/year (BW), 0.039 ± 0.009 cm/year (SC) and 0.010 ± 0.003 mm/year (FT) ($p < 0.01$). Improved selection strategies are needed to avoid the effects of unfavorable genetic correlations that result on undesirable selection responses. Also, productive performance and pedigree recording must be improved and recording of postweaning traits should be standardized.

Key words: beef cattle, genetic parameters, genetic trends, growth; body composition.

Introducción

La estructura de la cría bovina en la Argentina se desarrolla basada en un modelo piramidal donde un estrato núcleo de cabañas con animales de pedigrí, realiza su propia selección genética o incorpora reproductores desde el exterior y vende sus productos ya sea dentro de su propio nivel o al estrato inmediato inferior o estrato multiplicador. Este estrato multiplicador lo conforman las cabañas de puros controlados, es decir animales para los cuales se exige que al menos uno de los padres sea de pedigrí o que cumpla con determinados requisitos controlados por las respectivas asociaciones de criadores. Existen además muchas cabañas dentro del estrato multiplicador que sin estar inscriptas en las respectivas asociaciones, abastecen de reproductores a la base de la pirámide o estrato comercial. En cada uno de estos niveles, la mejora genética se realiza por selección y mayoritariamente por migración de genes a través de la incorporación de reproductores, desde poblaciones que poseen un nivel genético superior. En este sentido, Molinuevo (2005) analizó la relación entre la importación y exportación de semen en bovinos en Argentina como indicador de las preferencias de los criadores por la selección genética que se realiza en otros países respecto de la realizada en la

población local, señalando que en bovinos para carne, la importación supera la exportación y que esa importación es realizada por cabañas que actúan principalmente como multiplicadoras del material genético que importan.

Los productores, principalmente del estrato multiplicador, muchas veces están interesados en la evaluación del comportamiento de diferentes padres de acuerdo a sus objetivos particulares y para condiciones de producción similares a donde serán criados sus hijos. En líneas generales, el interés principal de estos criadores se centra en la obtención de animales que logren tasas de engrasamiento que les permitan una correcta terminación en sistemas principalmente con base pastoril, alto desarrollo muscular, moderado tamaño corporal y buena fertilidad. Para responder a la demanda de estos criadores, el Grupo de Genética Zootécnica de UIB desarrolló un programa de evaluación de reproductores bovinos que les brinda la posibilidad de estimar las aptitudes de sus animales y de seleccionar los que mejor se adapten a sus respectivos sistemas de producción (Melucci et al., 2006a). En este programa se contempla la participación de productores individuales y sus nucleamientos, lo cual facilita la transferencia del mérito genético al resto del medio

productivo y contribuye a la formación de Recursos Humanos. La Prueba de Evaluación de Reproductores Bovinos desarrollada en la UIB desde 1993, constituye la primera etapa del programa y califica anualmente 60 toros de las razas Angus, Hereford y Criollo pertenecientes a diferentes cabañas (Melucci et al. 2006b). Una segunda etapa de este programa consiste en la valoración genética, entre y dentro de rodeos particulares; sin embargo esta etapa aún no ha sido implementada, fundamentalmente por problemas en la unificación de un protocolo de registro de información. Es en el marco de estas actividades y a partir de la información brindada por una cabaña Hereford, que se plantea el desarrollo del presente trabajo. Los objetivos fueron: 1- estimar parámetros genéticos para caracteres de crecimiento predestete en la población bajo estudio, 2- estimar las tendencias genéticas, registradas en la población para peso al nacer, destete y final; circunferencia escrotal, espesor de grasa dorsal y área del ojo del bife en el rodeo.

Materiales y Métodos

Información general

En este estudio se utilizaron registros de campo del establecimiento "Los Pinos", que incluyeron datos de crecimiento hasta el destete tomados en machos y hembras. Se emplearon además, mediciones ecográficas de calidad carnicera, peso y circunferencia escrotal, tomados en machos al final del engorde. La Cabaña Los Pinos está ubicada en el partido de Balcarce, provincia de Buenos Aires, en la región sudeste de la provincia de Buenos Aires (37° 25' LS, 58° 20' LO). Esta zona presenta un régimen anual de lluvias de 890 mm y un promedio de temperatura de 13,7 °C. Los animales fueron criados, sobre pasturas de agropiro (*Thinopyrum ponticum*) y festuca (*Festuca arundinacea*). En época invernal donde se vio disminuida la calidad y cantidad de las pasturas se suplementó con rollos constitui-

dos por las mismas pasturas presentes en el campo de cría, de acuerdo con la necesidad nutricional de los mismos. El servicio de las vacas se realizó tanto por inseminación artificial así como por servicio natural, desde el mes de septiembre y hasta fines de diciembre para las vacas. El primer servicio de las vaquillonas, a los 22 meses de edad se realizó en el periodo comprendido entre mediados de mayo y fines de julio de cada año.

A partir de la información registrada por la cabaña entre 1993 y 2003 se organizó una base de datos que contuvo 2.209 registros de peso al nacer (PN) y peso al destete (PD), 891 registros de circunferencia escrotal a los 18 meses de edad (CE), 698 registros del espesor de grasa dorsal (EGD) y 265 registros del área del ojo del bife (AOB) éstas dos últimas realizadas por ultrasonografía en la región dorsal izquierda del animal y a la altura del intervalo entre las costillas 12° y 13° y a una edad promedio de 560 días. Se contó además con 590 registros de peso final (PF) tomados al momento de realizar las ecografías. El momento de medición de estos caracteres posdestete varió entre años.

Sobre la base de los 2.209 animales nacidos en el establecimiento, se generó una genealogía de 3399 animales. En promedio se usaron 12 padres por año, con un mínimo de 8 y un máximo de 19 con entre 1 y 184 hijos por padre para los caracteres hasta el destete y entre 1 y 58 para los del posdestete. El número de madres fue 689, con entre 1 y 10 hijos por vaca. Del total de registros para el predestete, el 54% de la progenie correspondió a padres no nacidos en el rodeo y el 46% a padres de la propia producción.

Análisis de la información

Para cada una de las variables se realizaron, en primer lugar, análisis de varianza empleando el procedimiento GLM de SAS a fin de evaluar la distribución y posterior categorización de efectos fijos que serían incluidos en el Modelo Animal (Henderson,

1984). Se generaron así 6 categorías de edad de la madre (2; 3; 4; 5-6; 7-8; más de 8 años de edad, respectivamente) y 5 categorías para mes de nacimiento (2-3; 4-5; 6-7; 8-9; 10 a 12, respectivamente).

Las heredabilidades y correlaciones genéticas para los componentes directos y maternos de PN y PD se estimaron mediante el método REML (Restricted Maximun Likelihood), empleando el programa MTDFREML (Multiple Trait Derivative-Free REML, Boldman et al.1993) bajo un modelo animal bicarácter con efectos maternos y del ambiente permanente. Los efectos fijos fueron año de nacimiento(A), sexo(S), categoría de edad de la madre(EM), categoría de mes de nacimiento(MN) y la covariable edad al destete; b) los efectos aleatorios fueron los valores de cría directos y maternos, el ambiente permanente y el error. Los parámetros de dispersión fueron las varianzas directas y maternas para PN y PD (g_{PN}^o ; g_{PN}^m , g_{PD}^o y g_{PD}^m , respectivamente); las covarianzas entre los efectos genéticos directos y maternos para PN ($g_{PN}^o - g_{PN}^m$) y para PD ($g_{PD}^o - g_{PD}^m$); las covarianzas aditivas entre los valores de cría directos ($g_{PN}^o - g_{PD}^o$) y maternos ($g_{PN}^m - g_{PD}^m$) entre PN y PD; las covarianzas entre los efectos genéticos directos del PN con los efectos maternos del PD ($g_{PN}^o - g_{PD}^m$) e inversamente entre los valores de cría directos para PD y maternos para PN ($g_{PD}^o - g_{PN}^m$); la varianza del ambiente permanente de las madres para PN y PD; las varianzas del error para PN y PD y la covarianza del error entre ambos efectos.

La heredabilidad total para PN y PD de acuerdo a Willham (1963), se estimó como:

$$h_T^2 = (s_{Go}^2 + 3/2 s_{Go Gm} + 1/2 s_{Gm}^2) / s_P^2$$

siendo:

s_{Go}^2 : Varianza genética aditiva para el componente directo del carácter (PN o PD) s_{Go}
 Gm : Covarianza genética aditiva entre los componentes directos y maternos del carácter (PN o PD) s_{Gm}^2 : varianza genética aditiva

para el componente materno del carácter (PN o PD) s_P^2 : varianza fenotípica del carácter.

Los valores de cría predichos para PF (VCPPF), CE (VCPCE), EGD (VCPEGD) y AOB (VCPAOB) se estimaron mediante MTDFREML, considerando a) los efectos fijos de A y MN y la covariable edad al momento de la medición para PF, EGD y AOB y peso para CE y b) los efectos aleatorios del animal y error correspondientes. Dadas las limitaciones en la cantidad de observaciones, no se realizaron estimaciones de componentes de (co)varianzas para estos caracteres. Para la estimación de los valores de cría de PF, CE, EGD y AOB se asumieron las heredabilidades de 0,30; 0,30; 0,25 y 0,30, respectivamente. Dado que no se disponía de estimaciones de parámetros genéticos para caracteres de calidad carnífera en Argentina, los valores citados fueron calculados sobre la base de las heredabilidades publicadas por la Asociación Americana de Angus (American Angus Association: <http://www.angus.org/sireeval/heritabilities.html>) pero de menor magnitud, por considerar una mayor variabilidad ambiental en los sistemas de producción de Argentina respecto de los de Estados Unidos.

Tendencias genéticas y correlaciones entre los valores de cría predichos

Una vez obtenidos los VCP para cada animal y para cada carácter, se generó una nueva base de datos compuesta únicamente por los animales con VCP y registro fenotípico en el carácter correspondiente. Sobre esta nueva base de datos se estimó a) la tendencia genética a partir de la regresión lineal simple de los VCP en el año de nacimiento y b) las correlaciones empíricas entre los VCP para cada carácter. En ambos casos se emplearon los procedimientos REG y CORR de SAS, respectivamente.

Resultados y Discusión

Caracterización de la población

La población bajo estudio se ubica dentro del estrato multiplicador de la pirámide de cría bovina en la Argentina que, hasta el momento de la realización del presente trabajo, no se hallaba inscripta en el programa de Puros Controlados de la raza Hereford. Anualmente vende un promedio de 150 a 180 toros de las razas Angus y Hereford, de 2 años de edad, para la producción comercial de novillos y es uno de los remates de cabaña de mayor convocatoria y prestigio de la zona.

A través de los 10 años de información registrada hasta el destete, se identificaron 64 padres diferentes, 22 de ellos de la propia producción (PP) y 42 de origen diferente (OD) a la cabaña. En la Figura 1 se muestra la relación a través de los años entre la cantidad de terneros hijos de padres PP respecto del total (OD + PP) con registros en

el crecimiento hasta el destete y al final de la etapa de engorde posdestete. Los registros del crecimiento hasta el destete correspondieron a machos y hembras y representan en parte la política de reemplazos seguida en la cabaña, observándose cierta tendencia a la incorporación de sus propios reproductores machos con el correr de los años. La evaluación de los caracteres posdestete de calidad carnicera en cambio, correspondieron solo a los machos que llegaron a la condición de vendibles, es decir, que superaron además de los criterios de selección medidos objetivamente, otros tales como aplomos, funcionalidad reproductiva y tipo. En este caso, la leve tendencia hacia un incremento en la relación de hijos de toros PP respecto del total (PP + OD), podría considerarse como un indicador de avance genético de la población de acuerdo a los objetivos buscados por el propietario de la cabaña.

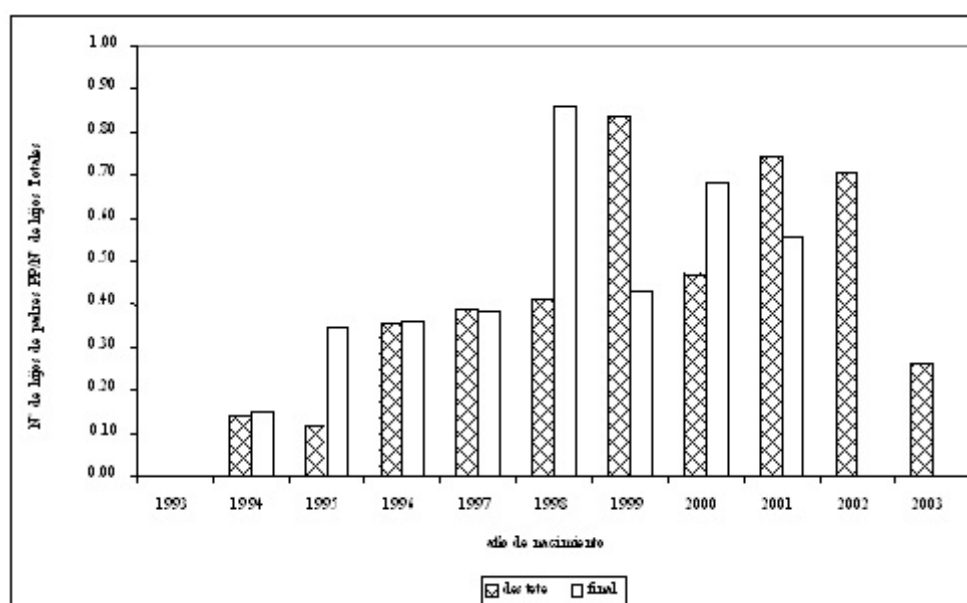


Figura 1: Relación entre número de hijos de padres de la propia producción (PP) respecto del total para caracteres pre y posdestete y por año de nacimiento.

Figure 1: Number of offsprings from own production sires (PP) as a proportion of total offsprings (OD+PP), for pre and postweaning traits in each birth year.

El Cuadro 1 presenta el número de observaciones, estimaciones de mínimos cuadrados y errores estándar para CE, PF, EGD y AOB por año de nacimiento de los toros y los promedios generales y desvíos estándar correspondientes a cada variable. Los valores corresponden a las estimaciones de mínimos cuadrados resultantes de los respectivos análisis de varianzas considerando solo los efectos fijos de año y mes de nacimiento y la covariable edad o peso, al momento de la medición, según correspondiera. Estos valores deben tomarse como orientativos pues el momento de medición no fue uniforme entre años. Si bien dichos valores fueron ajustados por edad o peso, probablemente este ajuste no eliminó totalmente el efecto de la variabilidad ambiental ocasionada principalmente por el clima y el crecimiento estacional de las pasturas.

Determinismo genético del crecimiento predestete

El Cuadro 2 contiene las estimaciones de heredabilidades directas, maternas y total para PN y PD. Los valores de heredabilidades, tanto en los componentes directos como maternos resultaron de mayor magnitud en el PD respecto del PN. Las correlaciones genéticas entre los efectos directos y maternos también resultaron más fuertes y negativas en el PD que en el PN. Para ganado Hereford de Uruguay, Canadá y USA, de Mattos et al. (2000) estimaron heredabilidades que variaron entre 0,20 y 0,24 para los componentes directos; entre 0,16 y 0,18 para los componentes maternos y entre 0,17 y 0,19 para las heredabilidades totales de PN y PD, respectivamente. Melucci et al. (2003 y 2005) evaluaron el determinismo genético en el crecimiento predestete de una pobla-

Cuadro 1: Número de observaciones ⁽¹⁾, estimaciones de mínimos cuadrados y errores estándar para caracteres de crecimiento posdestete de los machos ⁽²⁾.

Table 1: Number on animals ⁽¹⁾, least squares means (LSM) estimates and standard errors (SE) for postweaning growth traits of males ⁽²⁾.

Año Nacimiento	PF (kg)	CE (cm)	EGD (mm)	AOB (cm ²)
1993	(78) 464,00 ± 2,67	(78) 32,33 ± 0,30	(78) 3,78 ± 0,16	
1994	(78) 484,44 ± 2,62	(78) 31,90 ± 0,30	(78) 4,19 ± 0,15	
1995	(89) 483,39 ± 2,39	(89) 32,74 ± 0,27	(89) 3,17 ± 0,14	
1996			(95) 4,07 ± 0,13	
1997	(70) 469,18 ± 2,44	(70) 33,59 ± 0,28	(72) 6,05 ± 0,15	(27) 85,85 ± 2,34
1998	(93) 459,95 ± 2,19	(93) 33,13 ± 0,25	(94) 5,75 ± 0,13	(53) 95,45 ± 1,98
1999	(65) 438,70 ± 3,52	(65) 32,29 ± 0,40	(65) 4,94 ± 0,22	(64) 73,77 ± 1,27
2000	(47) 322,32 ± 4,78	(47) 31,53 ± 0,54	(47) 5,83 ± 0,30	(47) 86,02 ± 1,79
2001	(35) 377,91 ± 4,71	(35) 30,57 ± 0,53	(35) 7,72 ± 0,29	(35) 75,04 ± 1,81
2002	(35) 371,69 ± 4,95	(35) 31,51 ± 0,56	(38) 7,69 ± 0,30	(38) 83,16 ± 1,84
Promedio ± Desvío estándar	444,41 ± 18,19	32,54 ± 2,05	4,74 ± 1,13	83,66 ± 9,24

⁽¹⁾ Entre paréntesis. ⁽²⁾ Siglas definidas en el texto.

⁽¹⁾ In parenthesis. ⁽²⁾ See texts for abbreviations.

Cuadro 2: Estimaciones de heredabilidades y covarianzas genéticas en crecimiento hasta el destete.
Table 2: Herability and genetic covariance estimates for up to weaning traits.

Parámetro ^(a)	PN ⁽¹⁾	PD ⁽²⁾
h^2	$0,30 \pm 0,09$	$0,50 \pm 0,11$
m^2	$0,11 \pm 0,06$	$0,23 \pm 0,06$
r_{a-m}	$-0,30 \pm 0,23$	$-0,65 \pm 0,10$
Pe	$0,00 \pm 0,00$	$0,06 \pm 0,08$
e	$0,65 \pm 0,07$	$0,43 \pm 0,08$
$r_{a1\ a2}$		$0,46 \pm 0,17$
$r_{m1\ m2}$		$-0,26 \pm 0,25$
h^2_T	0,27	0,28
s^2_p	14,69	1099,66

^(a) h^2 : Heredabilidad componente directo; m^2 : Heredabilidad componente materno; r_{a-m} : correlación genética entre los efectos directos y maternos; Pe: Proporción de la varianza total debida al efecto ambiente permanente; e: Proporción de la varianza total debida al efecto ambiental; $r_{a1\ a2}$: Correlación entre los valores aditivos directos de peso al nacer (1) y peso al destete (2); $r_{m1\ m2}$: Correlación entre los valores aditivos maternos de peso al nacer (1) y peso al destete (2); h^2_T : heredabilidad total; s^2_p : Varianza fenotípica

^(a) h^2 : direct heritability; m^2 maternal heritability; r_{a-m} : direct-maternal genetic correlation; Pe: permanent environmental maternal variance, expressed as a proportion of phenotypic variance; e: error variance, expressed as a proportion of phenotypic variance; $r_{a1\ a2}$: correlation between additive direct effects for birth weight (1) and weaning weight (2); $r_{m1\ m2}$: correlation between additive maternal effects for birth weight (1) and weaning weight (2); h^2_T : total heritability; s^2_p : phenotypic variance.

ción de ganado Hereford experimental, bajo metodología REML en el primer caso y metodología de estimación bayesiana, en el segundo caso. Los valores hallados para PN fueron 0,6 y 0,45 para las heredabilidades del componente directo y 0,23 y 0,33 para las heredabilidades del componente materno, respectivamente; para PD los valores fueron 0,10 y 0,07 para las heredabilidades de los componentes directos y 0,22 y 0,24 para heredabilidades de los componentes maternos, respectivamente. Los valores más altos de heredabilidad en el componente directo del PD de la población de este estudio respecto de los de la población experimental citada anteriormente, si bien se trata de poblaciones diferentes, podrían ser atribuidos a una mayor variabilidad genética aditiva en la población bajo estudio, genera-

da como consecuencia de la continua incorporación de padres con orígenes diferentes. Por otra parte, la pobre estructura de los datos en la población bajo estudio y el modelo de análisis podrían también contribuir a acentuar tales diferencias. En este sentido, Gutiérrez et al. (1997) estimaron los componentes de varianza para caracteres de crecimiento hasta el destete en la raza Asturiana de los Valles bajo procedimiento REML unicarácter. Estos autores emplearon modelos alternativos que se diferenciaron únicamente en los efectos aleatorios considerados. Para peso al nacimiento, donde la covarianza entre los efectos genéticos directos y maternos, a través de los diferentes modelos fue cercana a cero, las heredabilidades estimadas fueron de similar magnitud, indicando confiabilidad en tales estima-

ciones. Para peso al destete y ganancia diaria de peso entre nacimiento y destete, en los cuales los efectos genéticos directos estuvieron altamente correlacionados con los efectos genéticos maternos, las estimaciones de heredabilidad variaron de acuerdo al modelo empleado. Señalan los autores que en los casos donde las covarianzas entre los efectos genéticos directos y maternos son fuertes, se requiere una muy buena estructura de datos de la población sobre todo con alta proporción de individuos con registros de su propio comportamiento y el de sus hijos, de no cumplirse con tales requisitos sugirieron la conveniencia de utilizar modelos padre. Las correlaciones genéticas entre los efectos directos y maternos para ambos caracteres (Cuadro 2) fueron negativas y coincidentes con la bibliografía (de Mattos et al. 2000; Meyer, 1997), pero difirieron de las correlaciones genéticas entre los componentes directos y maternos del peso al destete publicadas por Melucci et al. (2003 y 2005) para la población de ganado Hereford mencionada previamente. De acuerdo a Meyer (1993), las poblaciones experimentales estarían sujetas a un manejo más uniforme de los animales el que, junto a la inexistencia de tratamientos preferenciales entre ellos, brindarían la posibilidad de hallar correlaciones genéticas menos estrechas y hasta de signo opuesto a las obtenidas en poblaciones comerciales.

Meyer (1992) estimó para las poblaciones de Hereford, Angus y cruza Cebú en Australia los componentes de varianza para pesos al nacer, destete, año y final. En Hereford, los efectos del ambiente materno permanente resultaron más importantes que los efectos genéticos maternos. A su vez, las correlaciones genéticas entre los componentes directos y maternos del peso al destete fueron más fuertes y negativas en Hereford que en Angus, para la cual dicho efecto no fue distinto de cero. Varios autores (Robinson, 1996; Meyer, 1997 y de Mattos et al., 2000) sugirieron que altas correlaciones entre los efectos directos y maternos pueden

ser causadas por interacciones padres por año o por fuentes de variación no controladas tales como grupos de manejo. Senneke et al. (2004) evaluaron el efecto de padres no identificados sobre las estimaciones de los parámetros genéticos para PN y PD y encontraron que, a medida que la fracción de progenie de padres no identificados se incrementaba, las estimaciones promedios de heredabilidades directas y maternas disminuía casi linealmente y la correlación genética entre los efectos directos y maternos se incrementaba de -0,06 a 0,78 y de -0,38 a 0,38, respectivamente. En el presente trabajo se registraron 149 nacimientos y destetes con padres no identificados, lo que representa el 6,75% del total. Un reciente trabajo de Gutiérrez et al. (2006) analizó la inclusión del efecto de la interacción entre padres y grupos contemporáneos (s) en caracteres de crecimiento hasta el destete para la raza Asturiana de los Valles: peso al nacer (BW), peso al destete (WW) y ganancia diaria de peso entre nacimiento y destete (ADG). En todos los modelos evaluados, la inclusión de s condujo a una reducción tanto en las heredabilidades directas y maternas como en las estimaciones de correlaciones genéticas entre efectos directos y maternos para cada carácter y entre pares de caracteres. Al analizar la correlación entre los efectos s de pares de caracteres (0,108; -0,038 y 0,616 para BW-WW; BW-ADG y WW-ADG, respectivamente), comprobaron que la proporción de padres no identificados no sería la única causa de la existencia de s, dado que la correlación entre los s de BW no fue cercana a uno como debiera haber ocurrido de acuerdo a la estructura de los datos analizada. Según estos autores, la presencia de s sobre el peso al nacer podría atribuirse a las estrategias de los productores para evitar las dificultades de parto, generando apareamientos no aleatorios. En los otros dos caracteres evaluados, el origen de s lo atribuyeron al tratamiento diferencial al que serían sometidos los hijos de determinados padres. En el trabajo aquí descrito, la pro-

porción de hijos de padres no identificados fue un valor cercano al 7%, lo que pudo haber contribuido a la sobreestimación de las covarianzas entre los efectos genéticos directos y maternos. Cabe también señalar que es una práctica común del productor la elección de padres sobresalientes en determinados caracteres, principalmente asociados a calidad carnicera, y la planificación de los apareamientos de manera de no desmejorar otros caracteres asociados genéticamente a los primeros, tales como el peso al nacimiento. Asimismo, si bien todos los animales reciben el mismo manejo desde el nacimiento hasta el destete, la variabilidad ambiental entre años y aún dentro del mismo año, que afecta el crecimiento estacional de las pasturas, su calidad y disponibilidad, contribuye a la generación de una interacción entre genotipo y ambiente, tal como fue señalado por Molinuevo et al. (1982). Es por las razones antes expuestas que no se descarta la posibilidad de una sobreestimación de las covarianzas entre los efectos directos y maternos como resultado de una interacción padre por grupo de contemporáneos. Debido a los problemas previamente mencionados con la estructura de los datos, no fue posible incluir dicha interacción en los modelos de análisis del presente trabajo.

Con el resguardo de las imprecisiones señalas a partir de los diferentes trabajos

revisados, el determinismo genético hallado en la población bajo estudio, indica la posibilidad de respuestas importantes a la selección por crecimiento. Es de hacer notar sin embargo, que esta selección deberá ser implementada con estrategias adecuadas dada la importancia de la correlación genética entre los componentes directos de PN y PD (Cuadro 2). Al respecto, Melucci et al. (2002) evaluaron las tendencias genéticas en los pesos al nacer y destete como resultado de la aplicación de un índice genético con restricción a cambio genético cero en el peso al nacer. Luego de 9 años de selección, lograron un incremento de 0,92 kg / generación en el componente directo del peso al destete, sin modificar el peso al nacer. La aplicación de estrategias semejantes a la descrita anteriormente, en el rodeo bajo estudio, permitiría lograr un avance genético en los caracteres priorizados por el productor evitando cambios correlacionados no deseados en otros caracteres y evitaría el peligro del incremento del PN, que ya se encuentra en un nivel alto para la raza, sobre todo por la mayor probabilidad de distocias y muertes perinatales.

Tendencias genéticas en los caracteres

Las tendencias genéticas (Cuadro 3) indicaron un incremento significativo en los VCPCE que fue acompañado por una ten-

Cuadro 3: Tendencias genéticas anuales en los caracteres pre y posdestete.

Table 3: Genetic trend per year in preweaning and postweaning traits.

Carácter ⁽¹⁾	Pendiente de regresión ⁽²⁾
PNd (kg / año)	0,024 ± 0,008 **
PNm (kg / año)	-0,002 ± 0,004
PDd (kg / año)	0,078 ± 0,109
PDm (kg / año)	0,136 ± 0,069
PF (kg / año)	-0,116 ± 0,065
CE (cm / año)	0,039 ± 0,009 **
EGD (mm / año)	0,010 ± 0,003 **
AOB (cm2 / año)	0,112 ± 0,073

⁽¹⁾ Siglas definidas en el texto. ⁽²⁾ **: p<0,01

⁽¹⁾ See texts for abbreviations

dencia también positiva en los VCPPND y VCPEGD. Estas tendencias genéticas fueron acompañadas por correlaciones empíricas positivas entre los VCP ($p < 0,01$) de 0,13 y 0,21 entre VCPCE y VCPPND y VCPEGD, respectivamente (Cuadro 4). Para el resto de los caracteres evaluados no se detectaron cambios genéticos significativos ($p > 0,05$) a través de los años.

Las relaciones entre los valores de cría predichos de los caracteres predestete (Cuadro 4), no pueden asumirse como las verdaderas correlaciones genéticas, ya que para la estimación de esos VCP se emplearon los parámetros genéticos publicados en la bibliografía como si fueran los verdaderos. Como resultado de ello, tales relaciones se encuentran en el rango de las correlaciones genéticas halladas en la bibliografía para crecimiento predestete (Meyer, 1992, 1997; de Mattos et al. 2000; Espasandin et al. 2002). Para los caracteres de calidad carnífera, cuyos VCP se obtuvieron en forma unicarácter, las relaciones entre los VCP muestran similitud con los estimados por Reverter et al. (2000) y Johnston et al. (2003). Resulta interesante observar cómo los animales con mérito genético más altos

para EGD tendieron a ser también los de mayor PF y CE (Cuadro 4). Asimismo, los animales con valores más altos en los componentes maternos del PN y PD manifestaron menores VCPAOB (Cuadro 4). Estos valores de heredabilidades y correlaciones empíricas entre los VCP muestran la posibilidad de lograr importantes progresos genéticos si se aplicaran estrategias de selección como las implementadas por Melucci et al., (2002 y 2005) ya descritas, y la posibilidad de utilizar estas valoraciones genéticas como criterios de selección tendientes a la formación de líneas maternas y paternas.

En el presente trabajo, la elección de los reproductores no se basó en las valoraciones genéticas de los animales sino en los valores fenotípicos de los caracteres priorizados por el cabañero. El análisis de los diferenciales de selección fenotípicos resultantes de considerar el promedio fenotípico de los machos compañeros de aquellos que fueron usados como reproductores (Cuadro 5) indica que para PN, CE y EGD, los diferenciales de selección fenotípicos fueron siempre positivos salvo en 1993 para CE. Es de hacer notar sin embargo que, los caracteres aquí analizados son sólo una parte de la totalidad

Cuadro 4: Correlaciones empíricas entre los valores de cría predichos de los caracteres pre y postdestete ^{(1) (2)}

Table 4: Empiric correlations between predicted breeding values of preweaning and postweaning traits ^{(1) (2)}

	VCPNPM	V CPPDD	VCPPDM	VCPPF	VCPCE	VCPEGD	VCPAOB
VCPPND	0,03	0,63 **	-0,14**	-0,13 **	0,13 **	0,11 **	0,05
VCPNPM		0,72 **	-0,38 **	0,10 **	0,21 **	0,09 *	-0,16 **
VCPPDD			-0,66 **	-0,03	-0,15 **	0,11 **	0,01
VCPPDM				0,02	0,10 **	-0,05	-0,12 **
VCPPF					0,35 **	0,22 **	0,03
VCPCE						0,21 **	-0,09
VCPEGD							-0,13 *

⁽¹⁾ Siglas definidas en el texto. ⁽²⁾ *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$

⁽¹⁾ See texts for abbreviations

Cuadro 5: Diferenciales de selección fenotípicos de padres selectos.

Table 5: Phenotypic selection differentials for selected sires

Año Nacimiento	Número toros	Diferenciales de selección fenotípicos ^{(1) (2)}						
		PN kg	PD kg	PD180 kg	PF kg	CE cm	EGD mm	AOB cm ²
1993	4	2,69	9,03	-1,19	13,17	-0,34	0,97	
1994	1	4,11	26,21	16,44	9,82	2,40	1,21	
1995	3	0,51	8,52	-7,71	93,49	1,68	1,71	
1996	1	2,08	-53,68	-42,24			1,64	
1997	2	1,91	40,00	37,91	-11,83	2,96		
1998	3	1,21	15,02	18,81	-5,92	0,60	2,63	0,34
1999	2	2,62	82,21	50,90	14,48	2,62	0,77	4,28

⁽¹⁾ Diferencial de selección: (Promedio fenotípico de los elegidos) – (promedio fenotípico de los machos del correspondiente año). ⁽²⁾ Siglas definidas en el texto.

⁽¹⁾ Selection diferencial: phenotypic mean of selected individuals - phenotypic mean of males from the same year of birth. ⁽²⁾ See texts for abbreviations

de aspectos que tienen en cuenta los cabañeros a la hora de elegir los futuros padres de cabañas. Aspectos de funcionalidad reproductiva, de conformación y tipo constituyen criterios muy tenidos en cuenta por los propietarios a la hora de la decisión final y pueden en muchos casos, conspirar con los diferenciales de selección en otros caracteres.

Conclusiones

La existencia de importante variabilidad genética en los caracteres de crecimiento hasta el destete indica la posibilidad de lograr respuestas favorables a la selección. Sin embargo, resulta prioritario implementar estrategias de selección tales como índices de selección restringidos que permitan modificar determinados caracteres sin provocar cambios correlacionados desfavorables en otros, en cuyo caso el productor deberá

asumir el costo de un menor progreso genético respecto de la respuesta a la selección por un único carácter.

La organización del registro de información productiva y genealógica junto con la implementación de un protocolo de mediciones posdestete uniforme a través de los años sería el paso necesario para realizar una valoración genética más precisa de padres.

Agradecimientos

Se destaca el agradecimiento al Méd. Vet. Néstor Scioli, responsable de la Cabaña Los Pinos de propiedad de la firma Domingo y Néstor Scioli, por brindar la información necesaria para la realización del trabajo. A la Ing. Agr. Rocío Ceverio (M.Sc.) por la colaboración brindada durante la obtención de los registros y a los Dres. Edgardo L. Villarreal y Rodolfo J.C. Cantet por la revisión y aportes al trabajo.

Bibliografía

- Boldman, K.G., Kriese, L.A., Van Vleck, L.D. and Kachman, S.D. 1993. A manual for use of MTDFREML, A set of programs to obtain estimates of variances and covariances, ARS-USDA, Clay Center, N.E.
- de Mattos, D., Misztal, I. and Bertrand, J.K. 2000. Variance and covariance components for weaning weight for Herefords in three countries. *J. Anim. Sci.* 78:33-37.
- Espasandin, A.C., Urioste, J.I. and Rosa, G.J.M. 2002. Bayesian inference on genetic parameters of birth and weaning weights in the Angus population from Uruguay. 7th. World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. 02-23.
- Gutiérrez, J.P., Cañón, J. and Goyache, F. 1997. Estimation of direct and maternal genetic parameters for preweaning traits in the Asturiana de los Valles beef cattle breed through animal and sire models. *J. Anim. Breed. Genet.* 114: 261-266.
- Gutiérrez, J.P., Fernández, I., Alvarez, I., Royo, L.J. and Goyache, F. 2006. Sire x contemporary group interactions for birth weight and preweaning growth traits in the Asturiana de los Valles beef cattle breed. *Livestock Science* 99: 61-68.
- Henderson, C.R. 1984. Applications of linear models in animal breeding. University of Guelph.
- Johnston, D.J., Reverter, A., Burrow, H.M., Oddy, V.H. and Robinson, D.L. 2003. Genetic and phenotypic characterization of animal, carcass, and meat quality traits from temperate and tropically adapted beef breeds. *Australian Journal of Agricultural Research* 54(2): 107-118.
- Melucci, L.M. y Mezzadra, C.A. 2002. Respuesta a la selección por crecimiento en ganado Hereford. *Actas XXXI Congreso Argentino de Genética. Journal of Basic and Applied Genetics. vol XV (suplement):* 129.
- Melucci, L.M. y Mezzadra, C.A. 2003. Direct and maternal genetic parameters for growth traits in Hereford cattle population. *Journal of Basic and Applied Genetic* 15(1): 33-37.
- Melucci, L.M., Birchmeier, A.N., Cappa, E.P. and Cantet, R.J.C. 2005. Bayesian analysis of selection with restrictions in beef cattle. 56th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Book of Abstract No. 11. Uppsala, Sweden. 5-8 June 2005.
- Melucci, L.M. y Mezzadra, C.A. 2006a. Programa Cooperativo de Evaluación Genética de Reproductores Bovinos Control individual de toros en estación. *Agromercado Producción Animal* n° 125 julio 2006, bimestral pág 7-10.
- Melucci, L.M. 2006 b. XIII Prueba de comportamiento de toros a campo - 2005/2006 <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/genetica/test06/resultados.htm>.
- Meyer, K. 1992. Variance components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian beef cattle. *Livest. Prod. Sci.* 31:179-204.
- Meyer, K. 1993. Covariance matrices for growth traits of Australian Polled Hereford cattle. *Anim. Prod.* 57:37-45.
- Meyer, K. 1997. Estimates of genetic parameters for weaning weight of beef cattle accounting for direct-maternal environmental covariances. *Livest. Prod. Sci.* 52:187-199.
- Molinuevo, H.A., Melucci, L.M., Bustamante, J.L. and Miquel, M.C. 1982. Genetic environmental interaction of growth on pasture condition of crossbred beef steers. 2nd. World Congress on Genetic Applied to Production. VIII Madrid. Spain, Ed Garsi. Spain. *Livestock. Vol VIII:286-289.*
- Molinuevo, H.A. 2005. *Genética bovina y producción en pastoreo*, Ediciones INTA 348p.
- Reverter, A., Johnston, D.J., Graser, H.U., Wolcott, M.L. and Upton, W.H. 2000. Genetic analyses of live-animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Hereford cattle. *J. Anim. Sci.* 78:1786-1795.
- Robinson, D.L. 1996. Estimation and interpretation of direct and maternal genetic parameters for weights of Australian Angus cattle. *Livest. Prod. Sci.* 45:1-11.
- Senneke, S.L., MacNeil, M.D. and Van Vleck, L.D. 2004. Effects of sire misidentification on estimates of genetic parameters for birth and weaning weights in Hereford cattle. *J. Anim. Sci.* 82:2307-2312.
- Willham, R.L. 1963. The covariance between relatives for characters composed of components contributed by related individuals, *Biometrics*, 19:18-27.