ITEA (2004), Vol. **100A N.° 3**, 156-166

ESTUDIO DE LA RELACIÓN GENÉTICA ENTRE LOS CARACTERES FACILIDAD DE PARTO MATERNA Y FERTILIDAD DE LA HEMBRA EN EL GANADO VACUNO LECHERO DE LA CAPV

E. López de Maturana, A. Legarra, E. Ugarte

NEIKER, A.B. Instituto vasco de investigación y desarrollo agrario. Apdo. 46, 01080, Vitoria-Gasteiz, España

Correo electrónico: elmaturana@neiker.net

Introducción

La mejora genética tiene como objetivo modificar el mérito genético en las generaciones siguientes para que los animales produzcan de forma más eficiente. En el caso del vacuno de leche, los caracteres que influyen en la eficiencia de producción pueden diferenciarse principalmente entre caracteres de producción (leche y carne) y caracteres funcionales. El término de caracteres funcionales se utiliza para resumir las características del animal que incrementan la eficiencia de producción, no aumentando los ingresos (*outputs*) sino reduciendo los costes (*inputs*) (GROEN *et al.*, 1997). GROEN y colaboradores (GROEN *et al.*, 1997) recomendaron el estudio de caracteres como salud, facilidad de parto, fertilidad, eficiencia en la utilización del alimento y adaptabilidad al ordeño dentro de la categoría de caracteres funcionales.

Actualmente, como consecuencia del sistema de cuotas y del descenso del precio de la leche, el sector del vacuno de leche comienza a demandar la inclusión dentro del objetivo de selección de dichos caracteres funcionales con el fin de incrementar la rentabilidad (ALENDA y CARABAÑO, 2002). Los ganaderos no reclaman un animal más productivo, sino que buscan un animal que mantenga su producción y que no de problemas.

En el caso particular del carácter facilidad de parto, la reducción de la incidencia de partos distócicos en la explotación tiene importancia tanto desde un punto de vista productivo como reproductivo, ya que la presencia de una distocia en la explotación induce a pérdidas económicas notables, no sólo asociadas a la disminución de la producción, pues puede ocasionar la muerte de la vaca y/o el ternero, disminuir la fertilidad, aumentar los gastos veterinarios y los requerimientos de mano de obra (DEMATAWEWA y BERGER, 1997; 1998).

En la Comunidad Autónoma del País Vasco, la valoración genética del carácter facilidad de parto se puso en marcha en el año 1995 (ALDAY y UGARTE, 1997). Desde entonces, el sistema de evaluación genética ha sufrido cambios y mejoras tanto en la recogida del dato como en el análisis y presentación de los resultados (LÓPEZ DE MATURANA *et al.*, 2003). Sin embargo, las relaciones de este carácter con otros caracteres funcionales como la fertilidad no han sido abordadas aún. El presente estudio tiene como objetivo analizar la posible relación genética entre los caracteres de facili-

dad de parto materna (FPM) y fertilidad de la hembra en el siguiente ciclo reproductivo dentro de la población frisona de la CAPV.

Material y métodos

Elección del carácter de fertilidad de la vaca

La fertilidad de una vaca se puede definir como la habilidad para producir una descendencia viva durante un periodo económica y fisiológicamente adecuado (HYPPÄNEN y JUGA, 1998). DE JONG (1997) definió una vaca con una buena fertilidad como un animal en lactación que muestra su celo a tiempo y se queda gestante tras la primera inseminación.

Ambas definiciones son muestra de la subjetividad existente en la definición de este carácter habiéndose utilizado para su estudio a lo largo del tiempo distintos tipos de medidas. Es necesario tener en cuenta que muchas de las medidas de fertilidad pueden verse afectadas por el manejo del ganadero. Por ejemplo, es éste quien determina, en función del mérito genético para producción del animal, determinados aspectos como la duración del intervalo entre el parto y la primera inseminación para cada vaca o el número de inseminaciones. Como consecuencia de todo esto, existe un amplio rango de diferentes caracteres utilizados en las valoraciones genéticas realizadas en distintos países, evaluándose en algún país más de una medida, ya que ninguna medida sencilla parece describir toda la variabilidad genética asociada al carácter fertilidad de la hembra (MARK, 2003).

Los distintos caracteres considerados en las evaluaciones genéticas nacionales de los diferentes países miembros de Interbull se pueden resumir (MARK, 2003) en:

1. Habilidad de la hembra para concebir:

a. Tasa de no retorno (a 56, 60 o 90 días)

b. Días desde la primera hasta la última inseminación.

c. Tasa de concepción en cada inseminación (0/1).

d. Número de inseminaciones hasta la preñez o por periodo de inseminación.

e. Permanencia del ternero con la madre en el periodo de lactancia (0/1)

2. Habilidad para retornar al estro:

a. Días desde el parto hasta la primera inseminación.

b. Número de vacas a inseminar en un ciclo de 21 días.

c. Fuerza del celo (carácter recogido de forma subjetiva)

d. Existencia de tratamientos de fertilidad (0/1).

3. Combinación de ambas medidas:

a. Días desde el parto hasta la última inseminación o la concepción (intervalo parto-concepción).

b. Intervalo entre partos.

Entre otros aspectos, la elección de la medida de fertilidad que se va a utilizar en el análisis depende de la información que se pueda extraer de los datos de control lechero y de la recogida o no de las inseminaciones que tienen lugar en las explotaciones. En el caso de la Comunidad Autónoma del País Vasco, dentro del programa de control lechero, se recoge la fecha de cada inseminación realizada, así como el número de

inseminación correspondiente a cada lactación, el toro inseminador y el código del inseminador. Teniendo esto en cuenta, las medidas de fertilidad disponibles en esta población para la realización de este estudio fueron:

1. Habilidad de la hembra para concebir:

- Resultado de la primera inseminación.
- Número de inseminaciones.

2. Habilidad para retornar al estro:

- Intervalo parto- primera inseminación (IPPIA).

3. Combinación de ambas medidas:

- Intervalo parto-concepción (IPC).

Entre todos ellos, la medida de fertilidad elegida fue el intervalo parto-concepción por ser la medida que explica tanto la habilidad de la hembra para concebir como para retornar al estro.

Tratamiento y análisis de los datos

Como se ha comentado en el apartado anterior, los datos utilizados en este estudio proceden de los registros del control lechero, donde se recoge el dato de facilidad de parto, y de los datos referentes a las inseminaciones efectuadas en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Para este estudio sólo se utilizaron los partos ocurridos entre los años 1995 y 2002.

El carácter FP se agrupó en 3 categorías. La edición y depuración de datos se realizó de acuerdo a lo explicado en LÓPEZ DE MATURANA *et al.* (2003).

Respecto al carácter IPC, se exigió que el grupo de comparación tuviera al menos 5 datos, que los animales tuvieran el dato de primera inseminación recogido y se eliminaron aquellos datos que se consideraron anómalos (fechas aberrantes) y aquellos registros en los que no se disponía de la información sobre los dos caracteres.

Los cuadros 1 y 2 resumen las características de los datos utilizados en el análisis. Como se puede apreciar en el cuadro 1, se observa una mayor incidencia de la clase 3 en novillas que en vacas de segundos partos, o considerando todos los partos.

En la figura 1, que representa el histograma de frecuencias del carácter IPC, se puede observar que éste no sigue una distribución normal.

Cuadro 1. Características de los datos de facilidad de parto materna (FPM)

Número de parto	% datos en clase 1	% de datos en clase 2	% de datos en clase 3
1°	20,58	76,06	3,36
2°	14,99	83,02	1,99
Todos los partos	18,19	79,04	2,77

Clase 1: parto sin ayuda; Clase 2: parto con ligera ayuda; Clase 3: parto difícil.

Cuadro 2. Características de los datos del intervalo parto concepción (IPC)

Número de parto	Registros	N° vacas en datos	$\bar{X}$	D. E.
1°	6433	6433	122,31	74,96
Todos los partos	11256	6848	122,18	72,42

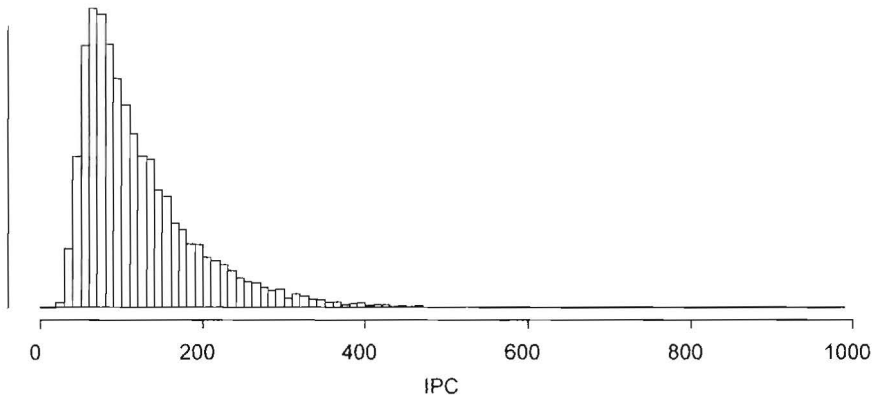


Figura 1. Histograma de frecuencias del carácter IPC.

Modelos de análisis

Para determinar qué efectos no genéticos afectan de forma significativa a cada carácter, se realizaron análisis de varianza mediante el procedimiento GLM del paquete informático SAS (SAS, 1996). En el cuadro 3 se muestran los resultados del análisis de varianza de correspondientes a ambos caracteres.

Cuadro 3. Resultados del análisis de varianza para los caracteres FPM e IPC

Carácter	Modelo	R^2
FPM	Rac*** + mespar*** + razat*** + npsexo*** + toropar***	0,59
IPC	Rae *** + mes ** + ippia *** + npedad * + toro ***	0,42

***: p<0,001; **: p<0,01; *: p<0,05.

Los efectos no genéticos en el caso del carácter facilidad de parto materna fueron la interacción del rebaño-año-controlador (rac), el mes de parto (mespar), la raza del toro (razat), la interacción del número de partos (primeros y posteriores) con el sexo del ternero (npsexo), y el toro (toropar).

En el caso del carácter intervalo parto-concepción, los efectos no genéticos son la interacción rebaño-año-estación de parto (considerándose 2 estaciones: de noviembre a abril y de mayo a octubre) (rae), el mes de la inseminación fecundante (mes), el intervalo parto- primera inseminación (ippia), que osciló entre 22 y 299 días y fue agrupado en 14 niveles, el toro de la inseminación fecundante (toro), y la interacción nº de parto- edad (npedad), para la cual se definieron 3 grupos de animales en función del número de parto: vacas de primero, segundo y tercer parto y posteriores, definiéndose a su vez para cada grupo 3 grupos de edad: 1.1) <= 25 meses, 1.2) entre 26 y 29 meses y 1.3) > de 29 meses; 2.1) entre 31 y 36 meses, 2.2) entre 37 y 40 meses y 2.3) >= 41 meses; y 3.1) >=53 meses, 3.2) entre 54 y 62 meses y 3.3) >= 63 meses.

Respecto a los efectos genéticos, en ambos caracteres se consideró el efecto de la vaca como efecto genético aditivo.

Una vez determinados los efectos a incluir en cada modelo, se realizaron 2 análisis:

a) *Modelo bicarácter lineal-umbral considerando sólo los primeros partos (Análisis 1)*

$$IPC_{ijklmno} = rae_i + mes_j + ippia_k + npedad_l + toro_m + Vaca_n + e_o$$

$$FPM_{ijklmno} = rac_i + mespar_j + razat_k + npsexo_l + toropar_m + + Vaca_n + e_o$$

Para el carácter IPC, los efectos rae (922 niveles), mes (12 niveles), ippia (14 niveles), npedad (3 niveles), se consideraron como efectos fijos, asumiendo que siguen una distribución uniforme. Como efectos aleatorios, se consideraron el toro (470 niveles) y la vaca (6433 niveles), asumiendo que siguen, respectivamente, las siguientes distribuciones N $(0,I\sigma^2_{toro})$ y N $(0,A\sigma^2_g)$, donde A es la matriz de parentesco.

Para el carácter FPM, se consideraron como efectos fijos mespar (12 niveles), razat (2 niveles), npsexo (2 niveles), asumiendo que se distribuyen uniformemente, mientras que como efectos aleatorios se consideraron el rac (783 niveles), el toropar (479 niveles) y la vaca (6433 niveles), asumiendo que siguen las siguientes distribuciones N $(0,I\sigma^2_{rac})$, N $(0,I\sigma^2_{toropar})$ y N $(0,A\sigma^2_g)$, respectivamente.

b) *Modelo bicarácter lineal-umbral considerando todos los partos (Análisis 2):*

$$IPC_{ijklmnop} = rae_i + mes_j + ippia_k + npedad_l + toro_m + Vaca_n + pe_o + e_p$$

$$FPM_{ijklmnop} = rac_i + mespar_j + razat_k + npsexo_l + toropar_m + + Vaca_n + pe_o + e_p$$

Además de los efectos considerados para cada carácter en el modelo anterior, se incluyó el efecto permanente (pe, con 6848 niveles), asociado al efecto vaca, que sigue la siguiente distribución N $(0,I\sigma^2_{pe})$. El número de niveles para cada efecto varió respecto al análisis 1 (rae (932 niveles), mes (12 niveles), ippia (14 niveles), npedad (9 niveles), toro (488 niveles), pe (6848 niveles), rac (791 niveles), mespar (12 niveles), razat (2 niveles), npsexo (4 niveles) y toropar (545 niveles)).

Estimación de parámetros genéticos

La naturaleza categórica del carácter facilidad de parto materna hace difícil la estimación de los parámetros genéticos por un método REML o similar, especialmente en lo referente a la estimación de las varianzas residuales (HOESCHELE y TIER, 1995). El método que se utiliza de manera más frecuente en el análisis de datos categóricos es la inferencia bayesiana mediante muestreo de Gibbs, unido a la técnica de aumento de datos para la generación de la variable subyacente (SORENSEN *et al.*, 1995; ALBERT y CHIB, 1993). Este es el análisis utilizado en el presente estudio y fue realizado mediante un programa originalmente escrito por Luis Varona, y modificado *ad hoc*.

Las distribuciones a priori que se consideraron tanto para los parámetros de localización como para los componentes de varianza fueron planas acotadas.

Las distribuciones condicionales posteriores de los parámetros de localización fueron distribuciones normales univariadas, mientras que para los componentes de varianza se utilizaron distribuciones Wishart invertidas. Los dos umbrales del carácter FPM se fijaron arbitrariamente a 0 y 10.

Se lanzó una única cadena de 500.000 muestras para cada uno de los análisis y se descartaron las 150.000 primeras. De las restantes, únicamente se guardó una muestra de cada 50 iteraciones que fueron utilizadas para computar las medias posteriores y las desviaciones estándar de los parámetros de interés.

Resultados y discusión

Análisis de convergencia

En ambos modelos, se realizó un análisis visual de las trazas de las cadenas, así como de las medias de los parámetros de interés (*running mean*) obtenidas, una vez descartado el burn-in, tras cada iteración. En este trabajo, únicamente se presentan las trazas y *running means* correspondientes a la correlación genética, en las figuras 2 a 5.

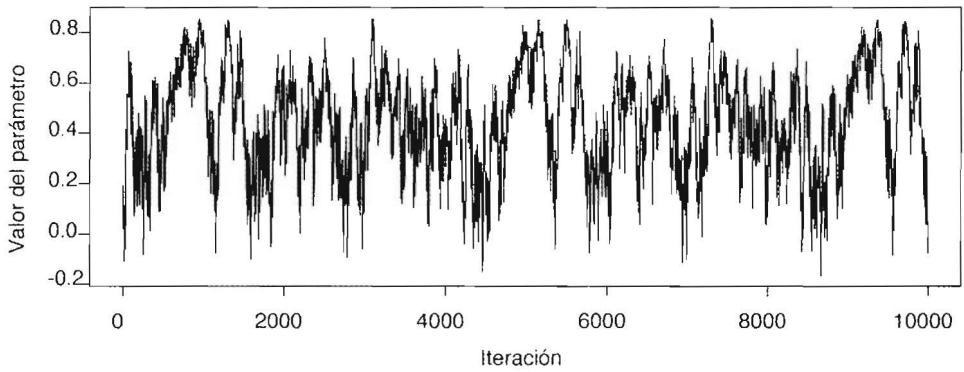


Figura 2. Traza de la correlación genética entre FPM e IPC para primeros partos.

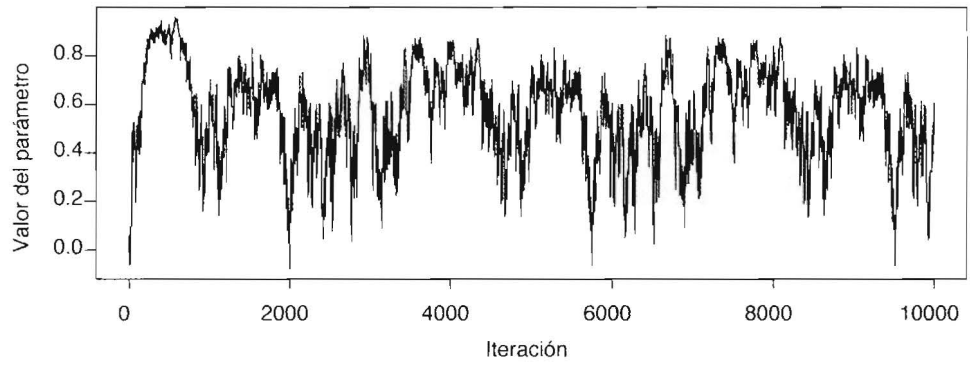


Figura 3. Traza de la correlación genética entre FPM e IPC considerando todos los partos.

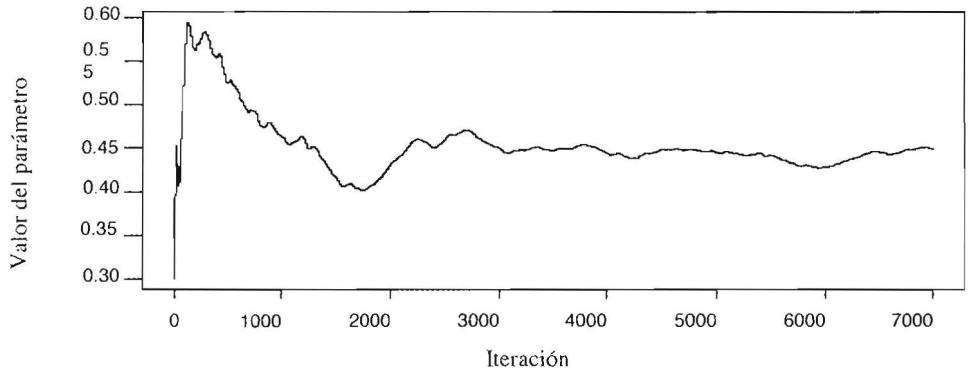


Figura 4. *Running mean* de la correlación genética entre los caracteres FPM e IPC en primer parto.

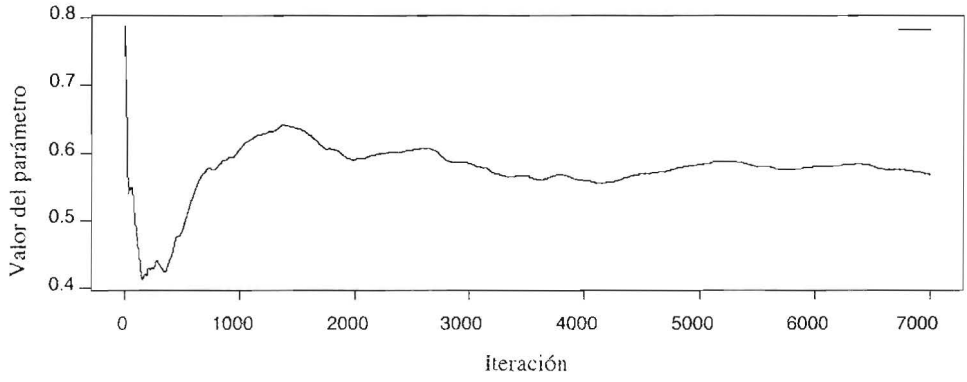


Figura 5. *Running mean* de la correlación genética entre los caracteres FPM e IPC para todos los partos.

Aparentemente, el análisis convergió a una distribución posterior. A pesar de que las *running means* muestran aún una cierta incertidumbre, ésta parece moverse dentro de unos límites aceptables al final del muestreo.

Heredabilidades y correlaciones

El cuadro 4 presenta las medias y desviaciones estándar de las distribuciones marginales posteriores de las heredabilidades y correlaciones genéticas obtenidas con los dos modelos.

La media posterior de la heredabilidad para el carácter FPM considerando únicamente los primeros partos (figura 6), difiere de la obtenida considerando todos los partos (figura 7). Este resultado puede deberse al hecho de que la aparición de distocias es más frecuente en primeros partos que en partos posteriores (ver cuadro 1), ya que la diferencia de frecuencias en cada categoría condiciona de forma importante los resultados (GIANOLA, 1982; WELLER y GIANOLA, 1989); así, una mejor distribución, permite obtener estimas de la heredabilidad superiores. Ambas estimas de heredabilidad, se encuentran dentro del rango de heredabilidades publicadas por otros autores (ALDAY y UGARTE, 1997; DRUET *et al.*, 2001; LÓPEZ DE MATURANA *et al.*, 2003; LUO *et al.*, 2002; STEINBOCK *et al.*, 2003; DUCROCQ, 2000; JEON, 2002). Las medias posteriores de las heredabilidades para el carácter IPC obtenidas tras los análisis de ambos modelos (figuras 8 y 9) son similares, y también se encuentran dentro del rango de las estimas de heredabilidad publicadas para este carácter (MARK, 2003; GONZÁLEZ RECIO *et al.*, 2003), aunque no son directamente comparables, puesto que se han obtenido utilizando modelos y metodologías diferentes.

Las estimas de heredabilidad obtenidas para ambos caracteres son bajas, lo que está en consonancia con la bibliografía. Esto se debe en gran parte a la dificultad existente en la recogida de los datos y a la naturaleza de los caracteres, condicionados por numerosos factores ambientales no controlados.

Respecto a las correlaciones genéticas entre ambos caracteres, la estima obtenida considerando todos los partos es ligeramente superior a la obtenida considerando únicamente los primeros partos (0,57 *vs.* 0,45). En ambos casos, la correlación genética es distinta de 0 ($p<0,01$, en primeros partos y $p< 0,03$, en todos los partos) .Las desviaciones estándar posteriores son elevadas (0,20 y 0,18) lo que refleja la dificultad en la estimación, que se puede explicar por la naturaleza categórica del carácter FPM, porque el carácter IPC no se ajusta a una distribución normal y por la poca precisión de los modelos en general. Por tanto, se puede afirmar que existe una moderada correlación genética positiva entre ambos caracteres, lo que indicaría que un animal valorado negativamente para el carácter facilidad de parto tenderá a ser genéticamente menos fértil, tomando como medida de fertilidad el IPC. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por LEE *et al.* (2003) únicamente considerando los primeros partos.

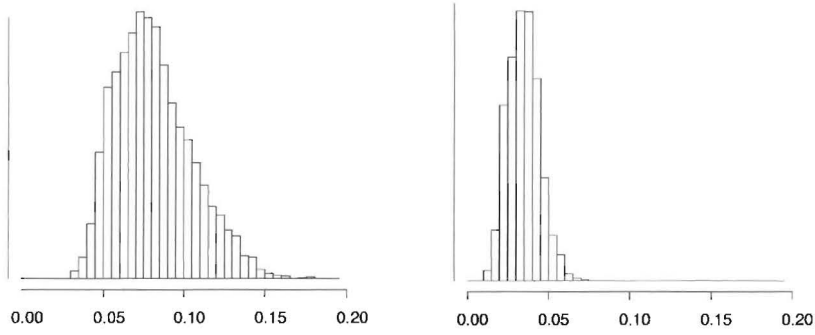
Las estimas de las correlaciones residuales entre ambos caracteres en ambos modelos son prácticamente nulas. Este hecho es sorprendente, dado que implicaría que aquellos factores no contemplados por el modelo que influyen en la facilidad de parto materna no influirían en la fertilidad del individuo en el siguiente ciclo productivo. El hecho de que no sean caracteres que se midan simultáneamente en el tiempo puede estar influyendo en esta baja estima.

Respecto al resto de efectos aleatorios considerados en ambos caracteres, las estimas de las proporciones de las varianzas de los mismos respecto a las varianzas totales en ambos modelos son similares, excepto para el efecto toropar para el carácter FPM, ya que la proporción de varianza de dicho efecto en relación a la varianza total es mayor cuando solo se consideran los primeros partos (0,025 *vs.* 0,011). Este hecho podría explicarse por la aparente mayor variabilidad que presenta el carácter FPM en los primeros partos en relación a la que presenta al considerar todos los partos. Se podría incluso hablar de caracteres diferentes como se sugiere en (LUO *et al.*, 2002), aunque otros estudios sugieren que son el mismo carácter genético, pero que ocurren en diferentes ambientes (BERGER y FREEMAN, 1978; THOMPSON *et al.*, 1981)

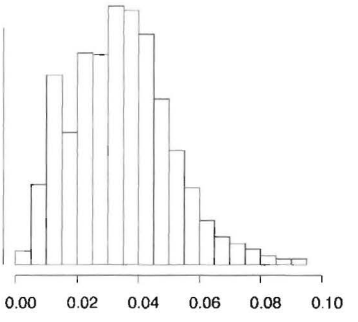
Cuadro 4. Medias, desviaciones estándar posteriores e intervalos de credibilidad de los parámetros en cada uno de los análisis

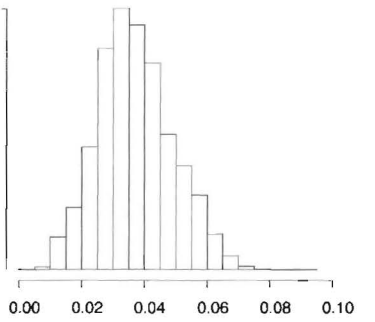
	Primeros partos				Todos los partos			
Parámetros	MP	DEP	IC 95 %		MP	DEP	IC 95 %	
h^2_{FPM}	0,081	0,024	0,045	0,134	0,035	0,009	0,018	0,055
h^2_{IPC}	0,034	0,016	0,008	0,071	0,037	0,012	0,015	0,062
r_g *(FPM - IPC)*	0,448	0,201	0,043	0,801	0,568	0,178	0,177	0,838
r_{pe} *(FPM - IPC)*	-	-	-	-	0,409	0,378	-	-
r_e *(FPM - IPC)*	0,009	0,032	-0,07	0,076	-0,006	0,025	-0,056	0,045
$\sigma^2_{toroinse} / \sigma^2_{total}$ - *IPC*	0,242	0,023	0,186	0,277	0,240	0,019	0,204	0,280
$\sigma^2_{toropar} / \sigma^2_{total}$ - *FPM*	0,025	0,008	0,011	0,044	0,011	0,005	0,004	0,022
$\sigma^2_{rac} / \sigma^2_{total}$ - *FPM*	0,588	0,019	0,552	0,625	0,626	0,016	0,593	0,657
$\sigma^2_{pe} / \sigma^2_{total}$ - *FPM*	-	-	-	-	0,015	0,007	0,004	0,031
$\sigma^2_{pe} / \sigma^2_{total}$ - *IPC*	-	-	-	-	0,045	0,015	0,018	0,075

MP: media posterior; DEP: desviación estándar posterior; IC 95%: intervalo de credibilidad del 95 % r_g (FPM-IPC): correlación genética entre FPM e IPC; r_e: (FPM - IPC) correlación residual entre FPM e IPC.

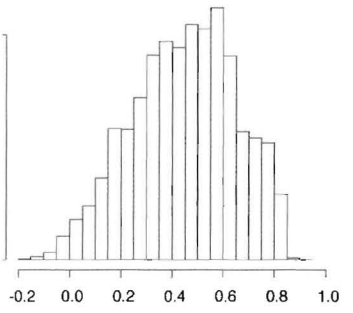


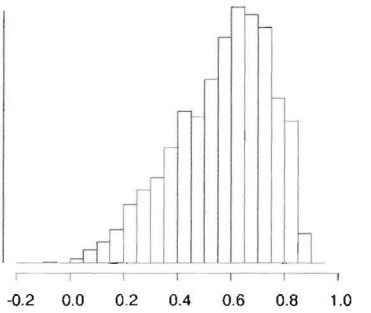
Figuras 6 y 7. Histogramas posteriores de las heredabilidades del carácter FPM en los análisis 1 (primer parto) y 2 (todos los partos), respectivamente.





Figuras 8 y 9. Histogramas posteriores de las heredabilidades del carácter IPC en los análisis 1 (primer parto) y 2 (todos los partos), respectivamente.





Figuras 10 y 11. Histogramas posteriores de las correlaciones genéticas entre FPM e IPC en los análisis 1 (primeros partos) y 2 (todos los partos), respectivamente.

Conclusiones

Las estimas de correlación genética entre los caracteres de facilidad de parto materna e intervalo parto- concepción indican la existencia de una correlación genética positiva y moderada entre ambos. Este resultado debe entenderse como un resultado preliminar, ya que existen muchos factores que condicionan los mismos (la naturaleza de FPM, la influencia de prácticas de manejo en el carácter fertilidad, la subjetividad en la definición del carácter...). Además, si a esto se une el hecho de que la bibliografía existente es especialmente escasa, se hace necesario seguir estudiando y profundizando en este tema.

Agradecimientos

A Luis Varona, por su programa original de muestreo de Gibbs.

A los centros de gestión ganadera de la CAPV SERGAL, LORRA y LURGINTZA y a las asociaciones de frisón de la CAPV ASGAFAL, GIFE y BIFE, por los datos proporcionados que han posibilitado la realización del presente estudio.

El presente estudio ha podido ser realizado gracias a una beca concedida por la Fundación 'Cándida Iturriaga'.

Bibliografía

ALBERT J.H., CHIB S., 1993. Bayesian Analysis of Binary and Polychotomus Response Data. Journal of the American Statistical Association, 88, 669-679.

ALDA S., UGARTE E., 1997. Genetic evaluation of calving ease in Spanish holstein population. Interbull Bulletin, 18, 21-24.

ALENDA R., CARABAÑO M.J., 2002. Estado y demandas actuales de los programas de mejora . Vacuno de leche. XI Reunión Nacional de Mejora Genética Animal, Vol. 98A Nº 2, 83-101, Pamplona.

BERGER P.J., FREEMAN A.E., 1978. Prediction for sire merit for calving difficulty. Journal of Dairy Science, 61, 1146-1150.

DE JONG G., 1997. Index for daughters' fertility in the Netherlands. Interbull Bulletin, 18, 102-105.

DEMATAWEWA C.M.B., BERGER P.J., 1997. Effect of Dystocia on Yield, Fertility and Cow losses and an Economic Evaluation of dystocia scores for Holsteins. Journal of Dairy Science, 80, 754-761.

DEMATAWEWA C.M.B., BERGER P.J., 1998. Genetic and Phenotypic Parameters for 305-Day Yield, Fertility, and Survival in Holsteins. Journal of Dairy Science, 81, 2700-2709.

DRUET T., SÖLKNER J., FÜRST C., GENGLER N., 2001. Estimation of additive genetic variance of reproduction traits in Austrian Simmental. Interbull Bulletin, 27, 128-132.

DUCROCQ V., 2000. Calving ease evaluation of French Dairy bulls with a heteroskedastic threshold model with direct and maternal effects. Interbull Bulletin, 25, 123-130.

GIANOLA D., 1982. Theory and analysis of threshold characters. Journal of animal Science, 54, 1079-1096.

GONZÁLEZ RECIO O., PÉREZ-CABAL M.A., ALENDA R., 2003. Parámetros genéticos de los caracteres de fertilidad en el vacuno de leche. X Jornadas sobre Producción Animal, Volumen extra, Nº 24 Tomo II, 504-506, Zaragoza.

GROEN A.F., STEINE T., COLLEAU J.J., PEDERSEN J., PRIBYL J., REINSCH N., 1997. Economic values in dairy cattle breeding, with special reference to functional traits. Report of an EAAP-working group. Livestock Produciotn Science, 49, 1-21.

HOESCHELE I., TIER B., 1995. Estimation of variance components of threshold characters by marginal posterior modes and means via Gibbs sampling. Genetic Selection Evolution, 27, 519-540.

HYPPÄNEN K., JUGA J., 1998. Enviromental and genetic effects on the 60-day nonreturn rate in Finnish AI bulls. Interbull Bulletin, 18, 91-98.

JEON G.J., 2002. Genetic parameters of days open and calving difficulty for first parity korean holstein cattle using a threshold animal model with Gibbs Sampling. 7th World Congress on Genetics applied to Livestock Production, 29, 139-142, Montpellier.

LEE D.H., HAN K.J., PARK B.H., 2003. Genetic Relationship between Milk Yields, Calving Ease and Days Open at First Lactation of Holstein Cows in Korea. Interbull Bulletin, 31, 122-129.

LÓPEZ DE MATURANA E., UGARTE E., UGARTE C., 2003. Mejora del modelo de valoración actual para el carácter facilidad de parto en ganado vacuno frisón. X Jornadas de sobre Producción Animal., Volumen extra, nº 24 tomo II, 564-566, Zaragoza.

LUO M.F., J. B.P., J.C.M. D., SCHAEFFER L.R., 2002. Estimation of genetic parameters of calving ease in first and second parities of Canadian Holsteins using Bayesian methods. Livestock Production Science, 74, 175-184.

MARK T., 2003. Survey of Genetic Evaluations for Production and Functional traits in Dairy Cattle. 54th Annual meeting of the european association for animal production, Nº 9, 74, Roma.

SAS, 1996. SAS/STAT Software: Changes and Enhancements through Release 6.11 1094 páginas. SAS Institute Inc., Cary, NC.

SORENSEN D.A., ANDERSEN S., GIANOLA D. y KORSGAARD I., 1995. Bayesian inference in threshold models using Gibbs sampling. Genetics Selection Evolution, 27, 229-249.

STEINBOCK L., NÄSHOLM A., BERGLUND B., JOHANSSON K., PHILIPSSON J., 2003. Genetic effects on stillbirth and calving difficulty in swedish holsteins at first and second calving. Journal of Dairy Science, 86, 2228-2235.

THOMPSON J.R., FREEMAN A.E., BERGER P.J., 1981. Age of dam and maternal effects for dystocia in Holsteins. Journal of Dairy Science, 64, 1603-1609.

WELLER J.I., GIANOLA D., 1989. Models for Genetic Analysis of Dystocia and Calf Mortality. Journal of Dairy Science, 72, 2633-2643.