EFECTO DE LA SELECCIÓN POR VARIANZA RESIDUAL DEL TAMAÑO DE CAMADA SOBRE LOS COMPONENTES DEL TAMAÑO DE CAMADA Y EL PESO DEL GAZAPO AL NACIMIENTO

Sánchez, D.[1], Esclapez, A.[1], Argente, M.J.[1*], Garcia, M.L.[1], Muelas, R.[1], Blasco, A.[2]
[1]Departamento de Tecnología Agroalimentaria. Universidad Miguel Hernández de Elche, Ctra de Beniel Km 3.2, 03312 Orihuela, Spain.
[2]Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Universitat Politècnica de València, P.O. Box 22012. 46071 Valencia, Spain. *mj.argente@umh.es

INTRODUCCIÓN

El tamaño de camada es un carácter de considerable interés económico tanto en porcino como en conejo, pero difícil de seleccionar debido a su baja heredabilidad. Los trabajos de SanCristobal-Gaudy et al. (2001) en ovejas, Sorensen y Waagepetersen (2003) en cerdos y Gutiérrez et al. (2006) en ratones sugieren que la varianza residual del tamaño de camada puede estar bajo control genético. Una reducción de la varianza residual del tamaño de camada aumentaría su heredabilidad, y como consecuencia su respuesta a la selección. Por otro lado, el ganadero prefiere hembras con camada más uniformes que faciliten su trabajo disminuyendo el número de adopciones, e incrementen la viabilidad de la camada. Finalmente, hay escasas evidencias en cualquier especie de que la varianza residual esté efectivamente controlada genéticamente, debido a que los modelos que consideran que la varianza ambiental está bajo control genético están fuertemente parametrizados. Por ello, se inicia un experimento de selección divergente directamente por varianza residual del tamaño de camada (Ve) en conejo en la Universidad Miguel Hernández de Elche (Argente et al., 2009). Tras cinco generaciones de selección, Blasco et al. (2012) encuentran una diferencia entre la línea de alta (H) y de baja (L) varianza residual en tamaño de camada de 1.21 para Ve y una respuesta correlacionada negativamente de -0.63 para el número total de gazapos al parto. El objetivo de este trabajo es analizar si la selección por varianza residual del tamaño de camada muestra una respuesta correlacionada sobre los componentes del tamaño de camada, tasa de ovulación, supervivencia embrionaria y fetal, así como con el peso del gazapo al nacimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales*:* Las conejas utilizadas en este estudio pertenecieron a la sexta generación del experimento de selección divergente por varianza residual del tamaño de camada (más detalles en Blasco et al., 2012). Se realizó una laparoscopía a los 12 días de la segunda gestación para estimar la tasa de ovulación y el número de embriones implantados. Se pesaron todos los gazapos al nacer en el primer y segundo parto.

Caracteres*:* Los caracteres analizados fueron la varianza residual del tamaño de camada (Ve), estimada como la varianza fenotípica del tamaño de camada dentro de hembra después de corregirlo por los efectos de año-estación y el estado de lactación (ver fórmula 1), el tamaño de camada (TC), la tasa de ovulación (TO), el número de embriones implantados (EI) a los 12 días de la segunda gestación, el número de fetos que llegaron al segundo parto (FP), el peso promedio al nacimiento dentro de camada de los gazapos vivos al parto (PPV) y la desviación dentro de camada del peso al nacimiento de los gazapos vivos (STD_{PV}).

$$\frac{1}{n_i + 1} \sum_{j=1}^{n_i} \left(e_{ij} - \bar{e}\right)^2 \quad (1)$$

donde e_i es el tamaño de camada *j* de la hembra *i* después de corregirlo por el año-estación y estado de lactación, y n_i es el número de partos de cada hembra *i*.

Análisis estadísticos: Todos los análisis se realizaron utilizando metodología bayesiana. La variable Ve fue analizada con un modelo que sólo tenía como efecto la línea (con dos niveles: línea de alta (H) y baja (L) varianza residual en tamaño de camada de la sexta generación de selección). El modelo utilizado para analizar el TC incluyó los efectos de línea, estado de lactación, año-estación y el efecto aleatorio de hembra. La TO, EI, FP, PPV y STD_{PV} se analizaron con el mismo modelo utilizado para el TC pero sin el efecto aleatorio de hembra. El modelo para EI y FP incluyó además la covariable TO y EI, respectivamente. Se utilizaron priors planos acotados para todos los efectos sistémicos, con la excepción del

efecto de hembra, el cual se consideró que se distribuía de forma normal con media **0** y varianza $\mathbf{I}\sigma^2_d$, donde **I** es la matriz identidad y σ^2_d es la varianza de hembra. Los residuos se distribuyeron normalmente con media **0** y varianza $\mathbf{I}\sigma^2_e$. Los priors de las varianzas fueron también planos acotados. Las distribuciones marginales posteriores de las diferencias entre líneas se estimaron usando muestreo de Gibbs. Se tomaron cadenas de 200.000 iteraciones con un periodo de quemado de 20.000 iteraciones, y se guardó una muestra de cada 50 iteraciones. La convergencia fue testada usando el criterio Z de Geweke y los errores de Monte Carlo fueron obtenidos por series temporales (Sorensen y Gianola, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran las medias para las variables Ve, TC, TO, EI, FP, PPV y STD_{PV} en la línea de alta (H) y de baja (L) varianza residual en tamaño de camada de la sexta generación de selección. La tabla 2 muestra los parámetros de las distribuciones marginales posteriores de las diferencias entre ambas líneas para Ve, TC, TO, EI corregido por TO, FP corregido por EI, PPV y STD_{PV}. El test de Geweke no detectó falta de convergencia y el error de Monte Carlo fue pequeño en todas las variables.

Después de seis generaciones de selección, las líneas H y L mostraron una diferencia de 1.17 gazapos^2 para el criterio de selección (Ve), con una probabilidad de ser positiva esta diferencia del 99%. Parece haber respuesta correlacionada en tamaño de camada, de forma que la línea seleccionada para incrementar la varianza residual del tamaño de camada (H) presenta un menor tamaño de camada (D= -0.46 gazapos, P(D<0) = 98%) que la línea L. Este resultado estaría de acuerdo con la correlación negativa encontrada entre ambos caracteres por Ibáñez-Escriche et al. (2008) en conejos y Sorensen y Waagepetersen (2003) en cerdos, aunque estas correlaciones están siendo cuestionadas recientemente puesto que están muy influidas por la falta de robustez de los modelos usados para estimarlas (Yang et al., 2011). El menor tamaño de camada encontrado en la línea H, parece estar relacionado tanto con una menor supervivencia embrionaria (-0.53 embriones, P(D<0) = 94%) como con una menor supervivencia fetal (-0.32 fetos, P(D<0) = 86%). Se podrán avanzar hipótesis más concluyentes al respecto, cuando se recojan más generaciones de selección.

Por otro lado, en especies multíparas como el conejo y el porcino, un aumento del tamaño de camada va acompañado de una disminución del peso al nacimiento y de un incremento de la variabilidad de este carácter dentro de la camada (Argente et al., 1999; Damgaard et al., 2003). En conejo, se ha observado una relación negativa entre la variabilidad del peso al nacimiento con la supervivencia del gazapo en la lactación, de forma que dentro de una camada los gazapos menos pesados no pueden competir con los más fuertes y mueren antes del destete (Argente et al., 1999). En este sentido, observamos que aunque las líneas H y L difieren en tamaño de camada al nacimiento en -0.46 gazapos, esta diferencia no afecta al peso del gazapo al nacimiento, pero la variabilidad dentro de camada para el peso del gazapo al nacimiento si es afectada, de forma que la línea H muestra un menor valor para este carácter (D= -0.40, P(D<0) = 92%) que la línea L. En próximos trabajos, se analizará si esta diferencia en STD_{PV} va acompañada de una diferencia en la supervivencia del gazapo al destete.

CONCLUSIÓN

La selección por varianza residual del tamaño de camada muestra una respuesta correlacionada negativa sobre el tamaño de camada, a través de una menor supervivencia embrionaria y fetal, y sobre la variabilidad del peso al nacimiento dentro de la camada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

● Argente M.J. Santacreu M.A. Climent A & Blasco A. 1999. Livest. Prod. Scie. 57: 159-167. ● Blasco A. Garcia M. L. Muelas R. & Argente M. J. 2012. XVI Reunión Nacional de Mejora Genética Animal. ● Damgaard L. H. Rydhmer L. Lovendahl P. & Grandinson K. 2003. J. Anim. Scie. 81: 605-610. ● Gutiérrez J.P. Nieto B. Piqueras P. Ibáñez N. & Salgado C. 2006. Genet. Sel. Evol. 38:445-462. ● Ibáñez-Escriche N. Argente M.J. Garcia M.L. Muelas R. Santacreu M.A. & Blasco A. 2008. 9th World Rabbit Congress, Vol 1:121-124. ● SanCristobal-Gaudy M. Bodin L. Elsen J.M. & Chevalet C. 2001. Evolution. 33:249-271. ● Sorensen D. & Gianola, D. 2002. Springer, New York. USA. ● Sorensen D. & Waagepetersen R. 2003. Genet. Res. 82: 202-222. ● Yang Y. Christensen O. F. & Sorensen D. 2011. Genet. Res.93:33-46.

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado con el proyecto AGL2008-05514-C02-02 y AGL2011-29831-C03-02.

Tabla 1. Media y desviación estándar (DS).

	Línea H			Línea L		
	n	Media	DS	n	Media	DS
Ve	143	5.04	4.13	119	3.87	4.01
TC	610	7.66	3.17	488	8.04	2.83
TO	120	13.33	2.48	107	13.16	2.08
EI	120	10.35	3.45	107	10.78	2.89
FP	120	7.18	3.54	107	7.75	2.99
PPV	247	56.42	11.70	202	56.30	12.47
STD_{PV}	247	5.55	2.97	202	5.96	2.98

n: número de datos. Ve: varianza residual del tamaño de camada dentro de hembra. TC: tamaño de camada. TO: tasa de ovulación. EI: número de embriones implantados a los 12 días de la segunda gestación. FP: número de fetos al segundo parto. PPV: el peso promedio al nacimiento dentro de camada de los gazapos vivos al parto. STD_{PV}: desviación del peso al nacimiento dentro de camada de los gazapos vivos. H: línea de alta varianza residual en TC. L: línea de baja varianza residual en TC.

Tabla 2. Parámetros de las distribuciones marginales posteriores de las diferencias entre la línea de alta (H) y de baja (L) varianza residual en tamaño de camada.

	D	$HPD_{95\%}$	P(%)
Ve	1.17	0.18, 2.22	99
TC	-0.46	-0.92, -0.01	98
TO	0.09	-0.51, 0.69	39
EI_{TO}	-0.53	-1.22, 0.17	94
FP_{EI}	-0.32	-1.07, 0.31	86
PPV	0.43	-1.77, 2.72	34
STD_{PV}	-0.40	-0.97, 0.19	92

Ve: varianza residual del tamaño de camada dentro de hembra. TC: tamaño de camada. TO: tasa de ovulación. EI_{TO}: número de embriones implantados corregido por la covariable tasa de ovulación. FP_{EI}: número de fetos al parto corregido por la covariable número de embriones implantados. PPV: el peso promedio al nacimiento dentro de camada de los gazapos vivos al parto. STD_{PV}: desviación del peso al nacimiento dentro de camada de los gazapos vivos. D: media posterior de la diferencia entre las líneas H y L. $HPD_{95\%}$: región de alta densidad posterior al 95%. P: P(D>0) cuando D>0 y P(D<0) cuando D<0.

EFFECT OF SELECTION FOR RESIDUAL VARIANCE OF LITTER SIZE ON COMPONENTS OF LITTER SIZE AND BIRTH WEIGTH KIT

ABSTRACT: A divergent selection experiment on residual variance of litter size (Ve) was carried out in rabbits at University Miguel Hernández de Elche (UMH). After six generations of selection, the High line (H) showed a higher Ve than the Low line (L) (D=1.17 kits^2, (P(D>0) = 99%). Selection for increasing Ve seems to decrease litter size in the H line (D=-0.46 kits, P(D<0) = 98%. This difference in litter size was related to lower embryonic (-0.53 embryos, P(D<0) = 94%) and fetal survival (-0.32 fetus, P(D<0) = 86%) in the H line. No difference was found in birth weight kits between lines. However, the H line showed a lower within-litter standard deviation of birth weight than the L line (D= -0.40, P(D<0) = 92%. In conclusion, selection for Ve has shown a negative correlated response in litter size, by means of lower embryonic and fetal survival, and lower within-litter standard deviation of birth weight.
Keywords: Residual variance, embryonic and fetal survival, birth weight, rabbits