

SIETE GENERACIONES DE SELECCIÓN DIVERGENTE PARA LA VARIABILIDAD DEL PESO AL NACIMIENTO EN RATONES

Formoso-Rafferty, N.¹, Ibáñez-Escriche, N.², Gutiérrez, J.P.¹ y Cervantes, I.¹

¹Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. UCM. Avda. Puerta de Hierro s/n, 28040 Madrid. Email: gutgar@vet.ucm.es

²Genètica i Millora Animal, IRTA, 25198 Lleida, Spain

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de la homogeneidad ha sido propuesta como una forma de mitigar los efectos negativos que la selección tradicional para aumentar la producción pudiera haber tenido sobre otras funciones de los animales (Bolet et al., 2007). Producciones más homogéneas, se asocian además con mayores rentabilidades (Bolet et al., 2007) y mejora en el bienestar animal (Damgaard et al. 2003; Bodin et al., 2010; Mormede y Terenina, 2012). Por lo tanto, considerar los programas de selección por homogeneidad incide por un lado en aspectos económicos del sector agro-ganadero como en el bienestar animal. Aunque se han estimado parámetros genéticos relativos a la variabilidad en varias poblaciones animales (Hill y Mulder, 2010), existen muy pocos resultados exitosos de procesos de selección artificial para modificar la variabilidad ambiental. El objetivo de este trabajo fue analizar la tendencia genética después de 7 generaciones de selección divergente para variabilidad del peso al nacimiento (PN) en el ratón de laboratorio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos se obtuvieron tras siete generaciones de un experimento de selección divergente para PN en ratones a partir de una población preexistente de tres líneas consanguíneas de ratones: BALB/c, C57BL y CBA y mantenida en panmixia durante más de 40 generaciones.

Se tomaron inicialmente 60 hembras y 60 machos al azar y se aparearon obteniéndose dos camadas de cada cruce. Para establecer las líneas se hizo una evaluación genética y se simuló un apareamiento escogiendo cuatro machos y cuatro hembras descendientes de cada una de las 10 mejores hembras por su valor genético aditivo más alto o más bajo para variabilidad ambiental del PN, para crear respectivamente las líneas de alta y baja variabilidad. A partir de la segunda generación se repitió el proceso durante seis generaciones adicionales. Para maximizar la respuesta, y con ayuda de un procedimiento de "simulated annealing" (Fernández y Toro, 1999), se permitió que los mejores animales dejaran más descendencia maximizando la respuesta siempre que el parentesco medio de la descendencia no superase el de la solución simulada anteriormente.

Se utilizaron 9.422 registros de PN pertenecientes a 984 camadas de 638 hembras y todo el pedigrí incluyendo 10 generaciones atrás con un total de 8.592 animales.

Los PN fueron asignados a la madre. El modelo empleado para realizar la valoración genética fue el propuesto por SanCristobal et al. (1998) en el que se asume que la varianza ambiental es heterogénea y parcialmente bajo control genético:

$$y_i = \mathbf{x}_i' \mathbf{b} + \mathbf{z}_i' \mathbf{u} + \mathbf{w}_i' \mathbf{c} + e^{\frac{1}{2}(\mathbf{x}_i' \mathbf{b}^* + \mathbf{z}_i' \mathbf{u}^* + \mathbf{w}_i' \mathbf{c}^*)} \varepsilon_i$$

Siendo y_i el valor del carácter para el individuo i . El asterisco (*) identifica los efectos ajustados para analizar la variabilidad ambiental, \mathbf{b} y \mathbf{b}^* son los vectores asociados con los efectos sistemáticos generación (7 niveles), tamaño de camada (de 2 a 17, 16 niveles) y sexo (macho, hembra, desconocido), \mathbf{u} y \mathbf{u}^* los vectores asociados con el efecto genético directo de la madre (8,592 niveles) y \mathbf{c} y \mathbf{c}^* los vectores asociados con el segundo efecto aleatorio, el efecto camada (984 niveles). \mathbf{x}_i , \mathbf{z}_i y \mathbf{w}_i son los vectores de incidencia para los efectos hijos, animal, y camada respectivamente. Para los vectores \mathbf{u} y \mathbf{u}^* se asumen distribuciones normales con:

$$\begin{pmatrix} \mathbf{u} \\ \mathbf{u}^* \end{pmatrix} | \sigma_u^2, \sigma_{u^*}^2, \mathbf{A}, \rho \sim N \left(\begin{pmatrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \sigma_u^2 & \rho \sigma_u \sigma_{u^*} \\ \rho \sigma_u \sigma_{u^*} & \sigma_{u^*}^2 \end{pmatrix} \otimes \mathbf{A} \right)$$

donde \mathbf{A} es la matriz de relaciones genéticas aditivas, σ_u^2 es la varianza genética aditiva del carácter y $\sigma_{u^*}^2$ es la varianza genética aditiva afectando a la varianza ambiental del carácter, ρ es el coeficiente de correlación genética y \otimes denota el producto de Kronecker. Los vectores \mathbf{c} y \mathbf{c}^* se asumen también independientes, con $\mathbf{c} | \sigma_c^2 \sim N(\mathbf{0}, \mathbf{I}_c \sigma_c^2)$ y $\mathbf{c}^* | \sigma_{c^*}^2 \sim$

$N(\mathbf{0}, \mathbf{I}_c \sigma_c^2)$, siendo \mathbf{I}_c la matriz identidad de orden igual al número de niveles del segundo efecto aleatorio y σ_c^2 y $\sigma_{c^*}^2$ las componentes de varianza asociadas al efecto camada. Siguiendo este modelo se realizó una valoración genética con el programa GSEVM (Ibáñez-Escriche et al., 2010). Se analizaron las tendencias genéticas promediando el valor genético (PBV) dentro de cada línea y generación tanto para el PN como para su variabilidad ambiental. Asimismo, el PN, así como su desviación estándar (Std) y su coeficiente de variación (CV) se analizaron con un modelo fijo $y_i = \mathbf{x}_i \mathbf{b} + e_i$, en el que y_i representan PN, Std o CV, incluyendo como efectos sistemáticos la línea*generación (15 niveles), el tamaño de camada (16) y en el caso de PN el sexo (3). La distribución posterior de la diferencia entre líneas dentro de generación, se utilizó para explorar signos de respuesta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evolución de los PBV para el carácter y su variabilidad ambiental por generación en ambas líneas se muestran en la Figura 1. Se observa una evolución divergente aproximadamente lineal en la variabilidad ambiental como la consecuencia lógica de la selección realizada. También se observa una evolución genética divergente para PN como consecuencia de la correlación genética positiva estimada entre PN y su variabilidad ambiental (0,26). Sin embargo, la tendencia observada para PN en la línea de baja variabilidad parece más o menos estable.

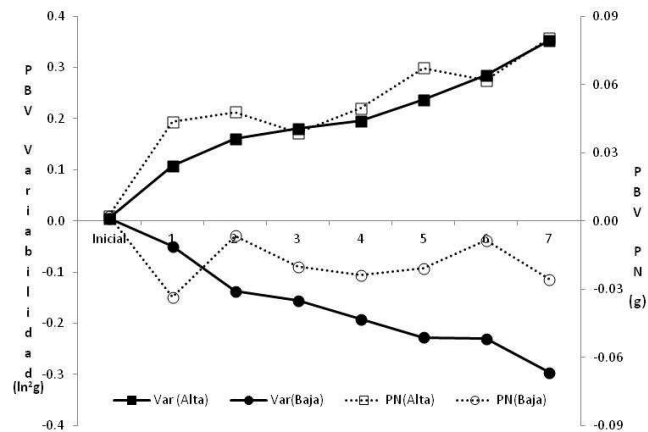


Figura 1. Evolución de los valores genéticos promedio (PBV) para el carácter peso al nacimiento (PN) y su variabilidad ambiental por generación en ambas líneas.

En la Figura 2 se muestra la evolución de las medias del PN y de la Std por línea y generación. Se observa también una tendencia divergente aunque algo irregular. Las diferencias (D) de estos dos caracteres entre líneas dentro de generación se muestran en la Tabla 1 junto con su desviación estándar, el intervalo posterior mayor del 95% y la probabilidad de que $D > 0$ de la distribución marginal posterior de D.

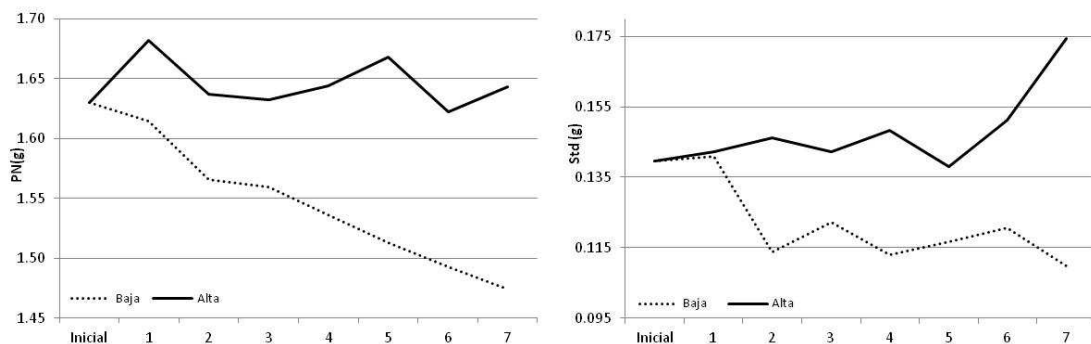


Figura 2. Evolución de las medias del peso al nacimiento (PN) y de la desviación típica (Std) por línea y generación.

La selección llevada a cabo cada generación parece tener un comportamiento diferente. Estas tendencias irregulares se deben a la respuesta en el valor genético aditivo de la madre para el PN y su variabilidad, pero pueden existir otras razones causantes de variabilidad que por ejemplo, conlleven el nacimiento de un individuo anormalmente pequeño. La respuesta fue siempre de alguna manera concluyente, con una clara divergencia en el inicio y mantenimiento o menos divergencia posteriormente, al igual que en otros experimentos similares. Tal es el caso de las cuatro generaciones de selección para variabilidad ambiental del PN en conejos (Garreau et al., 2008) o para varianza residual de tamaño de camada en conejos (Argente et al., 2012).

Tabla 1. Media (D), Desviación típica (Std), Intervalo posterior mayor del 95% (HPD_{95%}) y probabilidad de D>0 (P%) de la distribución marginal posterior de la diferencia entre líneas por generación para la desviación típica del peso al nacimiento (SD) y del peso al nacimiento (PN).

	Generación 1	Generación 2	Generación 3	Generación 4	Generación 5	Generación 6	Generación 7	
SD	D	0,003	0,032	0,019	0,033	0,019	0,025	0,064
	Std	0,009	0,010	0,010	0,009	0,009	0,009	0,009
	HPD _{95%}	(-0,015 <-> 0,021)	(0,012 <-> 0,05)	(0,000 <-> 0,037)	(0,014 <-> 0,051)	(0,001 <-> 0,037)	(0,006 <-> 0,044)	(0,046 <-> 0,083)
	P%	63%	100%	97%	100%	98%	100%	100%
PN	D	0,075	0,060	0,059	0,086	0,116	0,049	0,115
	Std	0,010	0,011	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
	HPD _{95%}	(0,055 <-> 0,095)	(0,039 <-> 0,08)	(0,039 <-> 0,078)	(0,066 <-> 0,106)	(0,096 <-> 0,136)	(0,029 <-> 0,069)	(0,095 <-> 0,135)
	P%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argente, M.J., García, M.L., Muelas, R. & Blasco, A. 2012. 10th World Rabbit Congress, Sharm El-Sheikh, Egypt.
- Bodin, L., Bolet, G., Garcia, M., Garreau, H., Larzul, C. & David, I. 2010. INRA Prod. Anim. 23: 11-22.
- Bolet, G., Gaffeau, H., Joly, T., Theau-Clement, M., Faheres, J., Hurtaud, J. & Bodin, L. 2007. Livest. Sci. 111: 28-32.
- Damgaard, L., Rydhmer, L., Lovendahl, P. & Grandinson, K. 2003. J. Anim. Sci. 81: 604-610.
- Fernández, J. & Toro, M. 1999. J. Anim. Breed. Genet. 116: 447-466.
- Garreau, H., Bolet, G., Larzul, C., Robert-Granie, C., Saleil, G., SanCristobal, M. & Bodin, L. 2008. Livest. Sci. 119: 55-62.
- Hill, W.G. & Mulder, H.A. 2010. Genet. Res. 92: 381-395.
- Ibáñez-Escriche, N., García, M. & Sorensen, D. 2010. J. Anim. Breed. Genet. 127: 249-251.
- Mormede, P. & Terenina, E. 2012. Domest. Anim. Endocrin. 43: 116-131.
- SanCristobal-Gaudy, M., Elsen, J., Bodin, L. & Chevalet, C. 1998. Genet. Sel. Evol. 30: 423-451.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la ayuda (AGL2008-00794).

GENETIC RESPONSE IN DIVERGENT EXPERIMENT SELECTION IN ENVIRONMENTAL VARIABILITY FOR BIRTH WEIGHT IN MICE

ABSTRACT: The aim of the genetic selection in animal breeding has traditionally been the increase in the mean of the productive traits. Selection for less sensitivity with respect to environmental effects as indicated by a low variation around the optimum trait value has benefits in the productivity and in the animal welfare and it is already and will be in the future one of the main targets of selection. The aim of this research was to analyse the genetic trend during seven generations of a divergent selection for environmental variance for birth weight in mice. A model assuming a heterogeneous environmental variance and partially under genetic control was used. The phenotypic variances of the birth weight across generations showed differences between the high and low variability lines. Genetic control of the birth weight environmental variability seems to be possible in mice.

Keywords: birth weight, canalisation, selection experiment, mice