

EFICIENCIA ALIMENTARIA EN DOS LÍNEAS DIVERGENTES PARA VARIABILIDAD AMBIENTAL DEL PESO AL NACIMIENTO EN RATONES

Formoso-Rafferty, N.¹, Cervantes, I.¹, De la Flor, M.¹, Ibáñez-Escriche, N.^{2,3}, Gutiérrez, J.P.^{1*}

¹Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. UCM. ²Genètica i Millora Animal, IRTA, Lleida. ³The Roslin Institute, University of Edinburgh, Edinburgh, UK.

*gutgar@vet.ucm.es

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, hay un mayor interés por la mejora genética de la eficiencia alimentaria debido a su elevado impacto en el beneficio de las explotaciones ganaderas. La razón principal es que hoy en día los gastos de alimentación suponen el principal coste de producción (70-80% en conejo según Moura et al., 1997 y 75% en cerdo según Whitemore y Kyriazakis, 2006). Sin embargo, la consideración de la eficiencia alimentaria como criterio de selección directo en los programas de mejora de especies prolíficas ha sido escasa, dado el elevado coste económico y la dificultad que supone obtener medidas individuales de consumo. A esto, se añade la necesidad de tener en cuenta los efectos indirectos derivados de la interacción social entre los individuos que comparten la jaula/corral (Camerlink et al., 2014). Por otro lado, producciones más homogéneas se asocian a una mayor rentabilidad (Bolet et al. 2007) y mejora en el bienestar animal (Mormede y Terenina, 2012). Así pues, la consideración de los programas de selección por homogeneidad y por eficiencia alimentaria puede incidir tanto en los aspectos económicos del sector ganadero como en el bienestar animal. Por todo ello, el objetivo de este trabajo fue comparar la eficiencia alimentaria y la supervivencia en dos líneas divergentes de ratón seleccionadas por variabilidad ambiental (homogeneidad) del peso al nacimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los animales del estudio provienen de un experimento de selección divergente para variabilidad ambiental de peso al nacimiento en ratón tras 12 generaciones. El experimento partió 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 de alta y baja variabilidad se hizo una evaluación genética para variabilidad ambiental del peso al nacimiento. De cada una de las 10 hembras con el mayor y menor valor genético se seleccionaron cuatro machos y cuatro hembras como reproductores de la siguiente generación. Los apareamientos fueron restringidos a aquellos animales 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 peso al nacimiento, para crear respectivamente las líneas de alta y baja variabilidad. Se restringieron los apareamientos sólo entre animales que no compartían ningún abuelo. A partir de la segunda generación se repitió el proceso durante doce generaciones adicionales. La respuesta se maximizó con ayuda de un procedimiento de "simulated annealing" (Fernández y Toro, 1999) donde se permitió que los mejores animales dejaran más descendencia siempre que el parentesco medio de la descendencia no superase el de la solución estándar simulada anteriormente.

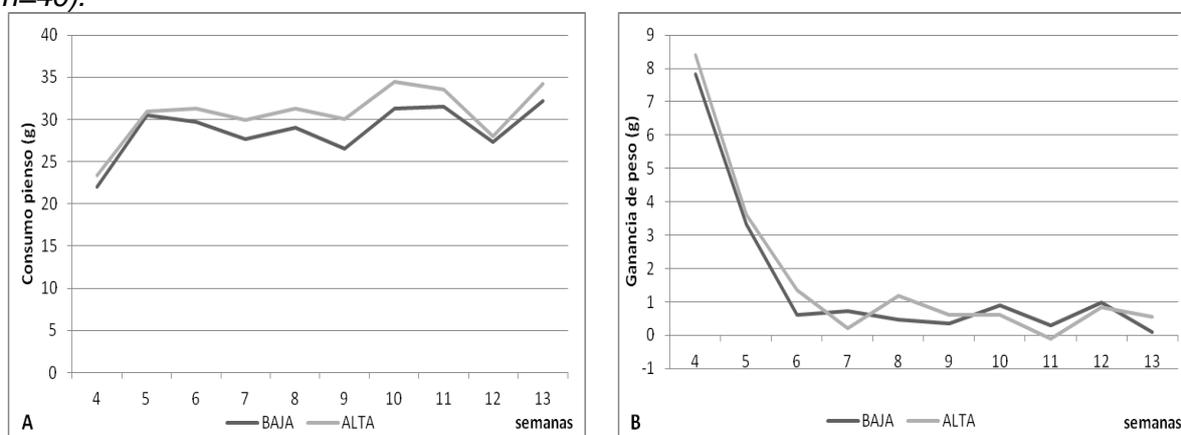
En la generación 12 tras el destete (3 semanas de edad), un total de 40 hembras (4 hermanas completas de 10 camadas escogidas al azar) por línea se dividió en cuatro grupos de 10 hembras. Esta división se realizó en función de las diferentes combinaciones entre dos regímenes de alimentación: *ad libitum* y 25% de restricción, y dos periodos: desde el destete hasta las 13 semanas y desde una semana antes del apareamiento hasta el segundo parto. Durante todo el experimento se registraron los pesos vivos y el consumo de pienso semanalmente así como el rendimiento reproductivo. El análisis de comparación

entre las dos líneas para los datos productivos de los resultados productivos se utilizó el software estadístico SAS (SAS Institute Inc., 1990) mediante un procedimiento GLM para comparar los resultados en ambas líneas. Las diferencias en supervivencia y en rendimiento reproductivo entre líneas se compararon usando un test Chi-cuadrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestran los consumos y las ganancias de peso semanales bajo una alimentación *ad libitum* por línea. Los consumos semanales en los animales de la línea de baja fueron inferiores a los la línea de alta. La diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en la semana 1, 4, 6 y 7. Estas diferencias son coherentes ya que los animales de la línea baja son significativamente menos pesados que los de la línea alta a cualquier edad (resultados no mostrados). En cuanto a la ganancia de peso no se observaron diferencias significativas excepto en la semana 6.

Figura 1. Consumo de pienso semanal (A) y ganancia de peso (B) de las hembras bajo alimentación *ad libitum* en ambas líneas de selección a lo largo de 13 semanas de vida ($n=40$).



Una restricción del 25% del consumo medio produjo una inesperada mortalidad significativamente mayor en la línea de alta con respecto a la de baja variabilidad. Los resultados de supervivencia y rendimiento reproductivo en función de la línea y de la alimentación se muestran en la Tabla 1. En la línea de baja variabilidad no existieron diferencias significativas entre los dos regímenes alimenticios ni a las 7 ni a las 13 semanas. Además, en la línea de baja se obtuvo una mayor supervivencia cuando los animales fueron restringidos. Un 95% de supervivencia en la línea baja frente al 65% de la línea alta a las 7 semanas y 85% frente al 60% a las 13 semanas. Durante el periodo reproductivo, la restricción tuvo efecto en la incidencia del parto. Solo el 33% de las hembras restringidas de la línea alta tuvieron una camada mientras que en la línea baja, en las mismas condiciones, este porcentaje fue del 72%.

		7 semanas	13 semanas	Parto
Alta	<i>Ad libitum</i>	100 ^a	95 ^a	100 ^a
	Restricción	65 ^{bd}	60 ^{bd}	33 ^{bc}
Baja	<i>Ad libitum</i>	100	100	95
	Restricción	95 ^c	85 ^c	72 ^d

Tabla 1. Supervivencia (%) y rendimiento reproductivo en función de la línea de selección y el régimen de alimentación ($n=20$) a las 7 y 13 semanas de vida. Letras distintas muestran diferencias estadísticamente significativas: a y b dentro de línea y c y d dentro de grupo de alimentación.

En recientes estudios la línea de baja variabilidad ha demostrado ser más robusta teniendo una mayor supervivencia al destete y contribuyendo al bienestar animal (Formoso-Rafferty

et al., 2016). En este estudio los resultados no mostraron una clara relación entre robustez y eficiencia alimentaria ya que no hubo diferencias significativas para ganancia de peso entre las líneas de alta y baja variabilidad. Sin embargo, ante un desafío ambiental como puede ser una restricción alimentaria, los resultados mostraron una mayor supervivencia de la línea más robusta. Este hecho podría deberse a que la línea de baja variabilidad se beneficia de su homogeneidad para aumentar su supervivencia.

En conclusión, aunque ambas líneas no difieren en cuanto a la eficiencia con la que usan sus recursos, la línea más de baja variabilidad al peso al nacimiento, presentó una mayor supervivencia y un mejor rendimiento reproductivo sin un coste energético adicional.

Agradecimientos: El estudio se ha realizado con una financiación parcial a través del proyecto europeo Feed-a-Gene y un proyecto MEC-INIA (RTA2014-00015-C02-01). Este experimento ha sido parcialmente financiado mediante un proyecto del Plan Nacional (AGL2008-00794).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bolet, G., Gaffeau, H., Joly, T., Theau-Clement, M., Faheres, J., Hurtaud, J. & Bodin, L. 2007. *Livest. Sci.* 111: 28-32.
- Carmelink, I., Duijvesteijn, N., Ursinus, W.W., Bolhuis, J.E. & Bijma, P. 2014. 10th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production Vancouver. Canadá, 17-22.
- Fernández, J. & Toro, M. 1999. *J. Anim. Breed. Genet.* 116: 447-466.
- Formoso-Rafferty, N., Cervantes, I., Ibáñez-Escriche, N. & Gutiérrez, J.P. 2015. *J. Anim. Breed. Genet.* DOI: 10.1111/jbg.12174.
- Formoso-Rafferty, N., Cervantes, I., Ibáñez-Escriche, N. and Gutiérrez, J.P. 2016. *Animal*, in press.
- Mormede, P. & Terenina, E. 2012. *Domest. Anim. Endocrin.* 43: 116-131.
- Moura, A., Kaps, M., Vogt, D.W. & Lamberson, W.R. 1997. *J. Anim. Sci.* 75: 2344-2349.
- SAS Institute, 1990. *SAS/STAT® User's Guide (Release 8.2)*. SAS Inst. Inc., Cary NC, USA.
- Whittemore, C.T. & Kyriazakis, I. 2006. *Whittemore's Science and Practice of Pig Production*, Blackwell Publishing, 3rd edition.