

# EFFECTO DE LA RESTRICCIÓN ALIMENTARIA SOBRE EL CRECIMIENTO EN DOS LÍNEAS DIVERGENTES PARA VARIABILIDAD AMBIENTAL DEL PESO AL NACIMIENTO EN RATONES

Formoso-Rafferty, N.<sup>1</sup>, Cervantes, I.<sup>1</sup>, Sánchez, J.P.<sup>2</sup>, Gutiérrez, J.P.<sup>1</sup>, Bodin, L.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. UCM.

<sup>2</sup>IRTA-Torre Marimon, Caldes de Montbui, Barcelona.

<sup>3</sup>GenPhySe, INRA, Castanet-Tolosan, France.

## INTRODUCCIÓN

La mejora de la eficiencia alimentaria es uno de los principales objetivos de mejora en el ámbito de la producción animal. Esto es debido a que actualmente los gastos de alimentación suponen el principal coste de producción (70-80% en conejo según Moura et al., 1997 y 75% en cerdo según Whittemore y Kyriazakis, 2006), teniendo repercusión directa en el balance económico de la explotación.

Otro objetivo en producción animal es la homogeneidad, gracias a la cual se podrían paliar los efectos negativos que la selección tradicional para el aumento de la producción pueda haber causado 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 (Mormede y Terenina, 2012). Por lo tanto, considerar los programas de selección por homogeneidad, incide tanto en los aspectos económicos del sector agro-ganadero como en el bienestar animal.

Por otro lado, se ha propuesto de manera general que la selección por homogeneidad pudiera dar lugar a animales más robustos ante eventuales desafíos ambientales (Formoso-Rafferty et al., 2016)

El objetivo de este trabajo fue analizar la influencia de la restricción alimentaria, entendiéndola como un desafío ambiental, sobre el peso a las distintas edades en dos líneas seleccionadas de forma divergente para variabilidad del peso al nacimiento en ratones. También se determinó la magnitud de la interacción entre el efecto de la línea y el régimen alimentario, que indicaría un efecto directo de diferente reacción de las líneas ante el desafío que supondría la restricción.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos se obtuvieron de animales de las generaciones 12, 13 y 14 de un experimento de selección divergente para variabilidad ambiental de peso al nacimiento en ratón (Formoso-Rafferty et al., 2016a). En cada una de estas generaciones, tras el destete, se escogieron al azar un total de 40 hembras por línea (4 hermanas completas de 10 camadas escogidas al azar) y se alojaron individualmente en la fase de crecimiento post-destete, de 21 a 70 días de edad. Los animales se distribuyeron aleatoriamente de forma equilibrada con respecto a las familias entre dos tratamientos experimentales: alimentación *ad libitum* (con control de consumo semanal) y alimentación restringida.

Los niveles de restricción aplicados fueron de 75%, 90% y 85% del consumo *ad libitum* en las generaciones 12, 13 y 14 respectivamente. Semanalmente se llevó a cabo un registro de peso individual.

La base de datos contenía finalmente un total de 240 datos de peso a 21 días y 225 datos a 70 días, con un total de 4093 registros de pedigrí.

Los registros de peso de cada semana se ajustaron con un modelo que, junto al régimen alimentario (*ad libitum* vs restricción), contenía además como efectos, la línea (alta o baja), la generación (12, 13 o 14) y el tamaño de camada de procedencia agrupado en tres niveles (4 a 9, 10 y 11, 12 a 15), junto con todas las interacciones de primer orden de los efectos régimen, línea y generación.

El análisis se llevó a cabo mediante el software ASReml Release 4.1 (Gilmour et al., 2014), repitiéndose para cada semana de manera independiente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La significación de los distintos efectos considerados sobre los pesos semanales de los animales desde el destete (P21) hasta los 70 días (P70) se muestra en la Tabla 1. La pertenencia a la línea de alta o baja variabilidad no presentó influencia significativa en ninguno de los pesos analizados. La generación sólo tuvo significación sobre los pesos tomados a partir de los 35 días, mientras que el tamaño de camada tuvo algún tipo de significación a lo largo de todo el experimento. Según lo esperado el régimen de alimentación mostró un efecto significativo para todos los pesos posteriores al destete. En cuanto a las interacciones del modelo, la línea\*generación resultó débilmente o no significativa. La interacción generación\*régimen resultó fuertemente significativa, de acuerdo a lo esperado por los distintos niveles de restricción de cada generación. La respuesta de cada una de las líneas a la restricción alimentaria viene definida por la interacción línea\*régimen, que resultó significativa desde el día 35, mostrando un efecto acumulado cuando se va incrementando la duración del período de restricción. Esta interacción muestra una respuesta diferente de los animales de las distintas líneas a la restricción, tendiendo a mantener mejor el peso los animales de la línea de baja variabilidad.

**Tabla 1.** Significación de los distintos efectos considerados sobre los pesos vivos a lo largo del periodo de crecimiento.

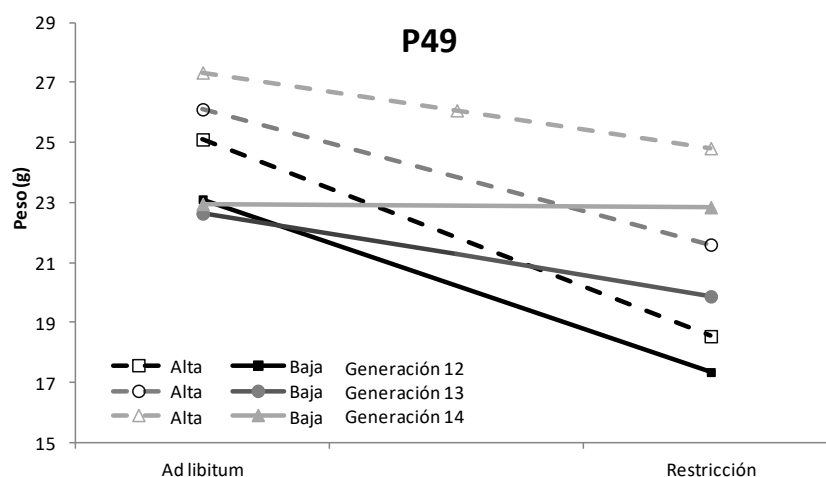
	P21	P28	P35	P42	P49	P56	P63	P70
Línea	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Generación	NS	NS	***	***	***	***	***	***
Régimen	--	***	***	***	***	***	***	***
Tamaño de Camada	***	***	**	***	***	***	***	***
Línea*Generación	**	NS	NS	NS	**	NS	--	NS
Generación*Régimen	--	**	***	***	***	***	***	***
Línea*Régimen	--	NS	***	***	***	**	***	**

P\*\* (peso a los \*\* días); -- efecto no tenido en cuenta en el modelo.

NS, no significativo; \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

En la Figura 1 se muestran los valores predictivos de los pesos a los 49 días (P49), edad a la que se considera que el animal alcanza la madurez (Silver, 1995), para los animales de ambas líneas restringidas o no. Se concluyó que los animales más homogéneos eran también los que mejor respondían al desafío ambiental siendo así más robustos desde los dos puntos de vista habitualmente considerados (Formoso-Rafferty, 2016b). Así, los animales homogéneos, que tienden a mantener el nivel de rendimiento, fueron también los que mejor se adaptaron al desafío ambiental de la restricción alimentaria. En la figura 1 se observa también que la línea de baja, en ambos regímenes, resultó menos pesada que la de alta variabilidad, aunque según el modelo esta diferencia no resultaba significativa (Tabla 1). Estas diferencias son coherentes con lo observado por Formoso-Rafferty et al., (2016) donde la línea de baja variabilidad mostraba también un mayor peso.

Además, en la figura 1 se observa cómo cuando los animales están *ad libitum* los de la línea de baja variabilidad presentan un peso aproximadamente igual en todas las generaciones al contrario que los de la línea de alta variabilidad, presentando menor peso. La restricción alimentaria tiene un efecto negativo sobre el peso de los animales puesto que los pesos de los animales restringidos son significativamente inferiores a los de los alimentados *ad libitum*. Además, en todas las generaciones, este efecto negativo (diferencia de peso entre animales *ad libitum* y restringido dentro de la misma generación) es más fuerte en la línea de alta variabilidad que en la de baja. Por lo tanto, parece ser que los animales de la línea de baja variabilidad son menos sensibles a un cambio de nivel de alimentación que los de la línea de alta variabilidad.



**Figura 1.** Valores predictivos del peso a los 49 días de edad (P49) en función de la generación, del régimen de alimentación y de la línea de variabilidad.

### 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.* 133: 227-237. •Formoso-Rafferty, N., Cervantes, I., Ibáñez-Escriche, N. & Gutiérrez, J.P. 2016. *Animal.* 10(11): 1770-1777. •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. •Silver, L.M. 1995. *Mouse Genetics. Concepts and Applications*, Oxford University Press. •Whittemore, C.T. & Kyriazakis, I. 2006. *Whittemore's Science and Practice of Pig Production*, Blackwell Publishing, 3rd edition.

**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-C02-02). Este experimento ha sido parcialmente financiado mediante un proyecto del Plan Nacional (AGL2008-00794).

### DIFFERENCES IN FEED EFFICIENCY BETWEEN LINES DIVERGENTLY SELECTED FOR BIRTH WEIGHT ENVIRONMENTAL VARIABILITY 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 objective of this work was to analyze the influence of food restriction, which it is understood as an environmental challenge, on weight at different ages in two lines divergently selected for birth weight variability in mice. We also determined the interaction between the line and the diet. Animals of low line, which were feed *ad libitum*, present a body weight approximately equal in all generations unlike those of high line, which have present less weight. The dietary restriction has a negative effect on the body weight of the animals. We conclude that the animals of the low variability line are less sensitive to a change in feeding level than those of the high variability line.

**Keywords:** birth weight, divergent selection experiment, feed efficiency, mice