



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA

## MÁSTER EN PRODUCCIÓN ANIMAL

# **Selección genética y gestión de recursos nutritivos en conejas reproductoras primíparas.**

Tesis de Máster  
Valencia, Septiembre 2012

**Hernán Darío Gil Arenas**

Director:  
Juan José Pascual Amorós

## RESUMEN

Se utilizaron un total de 148 conejas primíparas para determinar cómo gestionan los recursos en función del criterio de selección y el origen principal de la energía del pienso. Para ello se utilizaron dos líneas fundadas con una alta intensidad de selección por el tamaño de la camada al nacimiento (línea H) o longevidad productiva (línea LP) y una tercera seleccionada por la tasa de crecimiento (línea R). La mitad de cada tipo genético recibió a partir del primer parto uno de los piensos experimentales, ricos en almidón de cereal (CS) o grasa animal (AF), aunque ambos isoenergéticos e isoprotéicos. Las camadas fueron estandarizadas a 8-9 gazapos por camada al parto (para mantener el esfuerzo productivo constante). Se controló el tamaño y peso de la camada total, viva y estandarizada al parto, a los 18 y 30 dpp; el peso vivo y el grosor de la grasa perirenal (GGP) por ultrasonidos de las conejas, al parto, a los 18 y 30 dpp; así como la producción de leche durante las 3 primeras semanas de lactación. El tipo de pienso no tuvo efecto significativo sobre ninguno de los parámetros productivos de las conejas. Al parto, los animales de la línea R presentaron valores inferiores para los nacidos totales y vivos (-2.8 y -3.2, respectivamente;  $P < 0.05$ ) y para el peso de la camada viva (-106 g;  $P < 0.05$ ) con respecto a aquellos de las líneas LP y H. Sin embargo, el peso vivo individual al parto de los gazapos de la línea R fue superior con respecto a los de las líneas H y LP (67.2, 55.0 y 51.4 g, respectivamente;  $P < 0.05$ ). Las conejas de la línea R presentó una menor ingestión diaria relativa (-4.2 y -7.7 g MS/kg peso metabólico respecto a las líneas H y LP;  $P < 0.10$  y  $P < 0.05$ , respectivamente). Se observó una mayor ganancia de GGP a lo largo de la lactación en las conejas LP (+0.38 mm) respecto a las otras líneas (-0.22 mm) cuando estas fueron alimentadas con el pienso AF. La línea LP mostró una mayor producción de leche en la primera semana (+21.7 g;  $P < 0.05$ ) y un total de producción de leche mayor (+ 18.8 g;  $P < 0.05$ ) con respecto a las líneas H y R, y a su vez, la línea R tuvo una mayor producción de leche que la línea H. A los 18 dpp, se observó que el peso de la camada de la línea LP fue superior (+235.7 g;  $P < 0.05$ ) en referencia a las líneas H y R. Además, las camadas del pienso AF alcanzaron mayores pesos a 18 dpp (1715 g;  $P < 0.05$ ) que las del pienso CS (1612 g;  $P < 0.05$ ). A los 30 dpp, las camadas de la línea H tuvieron pesos inferiores que en las líneas LP y R (-455.4 g y -298.0 g, respectivamente;  $P < 0.05$ ), y las camadas del pienso AF presentaron un mayor peso (+290.0 g;  $P < 0.05$ ) que las que recibieron el pienso CS. Los resultados parecen confirmar la mayor capacidad de captación de recursos por parte de una línea caracterizada por su mayor robustez cuando estos pueden verse limitados (inicio de la primera lactación), mientras que, cuando estos se encuentran más disponibles o el esfuerzo productivo se ve reducido puede dirigirlos a priorizar la siguiente camada.

**Palabras Clave:** tamaño de camada, velocidad de crecimiento, longevidad reproductiva, almidón, grasa animal, conejas primíparas.

## ABSTRACT

A total of 148 primiparous rabbit does were used to evaluate how they use the available resources in function of the selection criteria and dietary energy source. For this task, two lines founded for high intensity in litter size (line H) or reproductive longevity (line LP) and a third selected for growth rate (line R) were used. Half of each genetic type was fed from first partum with one of the diets, rich on cereal starch (CS) or animal fat (AF), although with similar energy and protein content. Litters were standardised to 8-9 kits at birth (to maintain the productive effort). Size and weight of total, alive and standardised litter at birth, 18 and 30 dpp, live weight and perirenal fat thickness (PFT) by ultrasounds of the rabbit does, and the milk yield during the first 3 week of lactation were controlled. Type of fed did not affect any of the controlled traits of the primiparous rabbit does. At partum, R females had a smaller number of kits born (both total -2.8 y alive -3.2, respectively;  $P < 0.05$ ) and alive weight at birth (-106 g;  $P < 0.05$ ) that those of LP and H lines. However, individual weight of kits at birth in the line R was higher than in the lines H and LP (67.2, 55.0 y 51.4 g, respectively;  $P < 0.05$ ). R females had a lower daily intake (-4.2 and -7.7 g MS/kg metabolic weight respect to those of H and LP lines;  $P < 0.10$  y  $P < 0.05$ , respectively). LP females had a higher PFT increase during the first lactation (+0.38 mm) respect to the other lines (-0.22 mm) when fed AF diet. LP females also had a higher milk yield during the first week of lactation (+21.7 g;  $P < 0.05$ ) and total (+ 18.8 g;  $P < 0.05$ ) the other lines, being milk yield of R females higher than in those of the line H. At 18 dpp, litters from the line LP were heavier (+235.7 g;  $P < 0.05$ ) than those from H and R lines. Moreover, litter on the diet AF had higher weights at 18dpp (1715 g;  $P < 0.05$ ) than on CS (1612 g;  $P < 0.05$ ). At 30 dpp, litters of H line had lower weight that those of the LP and R lines (-455.4 g y -298.0 g, respectively;  $P < 0.05$ ), and those in the AF diet were heavier (+290.0 g;  $P < 0.05$ ) respect to those on CS diet. These results seems to highlight the higher ability to obtain addition resources in a line characterized for a higher robustness when they are limited (first week of lactation), but when this resources are more available or the productive effort is reduced, they seems to address them more to the next litter.

**Keywords:** litter size, growth rate, reproductive longevity, starch, animal fat, primiparous does.

## INTRODUCCIÓN

A medida que la producción cunícola se ha ido intensificando, ha habido una necesidad de progreso genético para cubrir sus expectativas, por lo que se ha buscado nuevas líneas genéticas que ayuden a contrarrestar los desafíos que van surgiendo en la producción. Así, la selección genética se ha centrado en la selección de animales por diferentes caracteres de interés económico, tales como velocidad de crecimiento y prolificidad, (Baselga, *et al.*, 1982; Baselga, 2004). Aunque también se ha acercado recientemente a la búsqueda de una mayor robustez y/o esperanza de vida de los reproductores (Sánchez *et al.*, 2008), tratando que la producción sea mas eficiente. Esta selección trabajada conjuntamente con los avances en inseminación artificial (IA), utilizando semen de machos seleccionados por velocidad de crecimiento, ha llevado a que las necesidades de las conejas aumenten, (Martens, 1992; Cervera y Pascual, 2006).

Es indudable el hecho de que a través de estos programas de mejora genética se está consiguiendo una considerable mejora en el nivel productivo de nuestros animales. Sin embargo, en algunas especies es frecuente observar como la selección por criterios exclusivamente productivos ha tenido algunos efectos asociados como una menor fertilidad, una mayor frecuencia de enfermedades metabólicas en los animales y una menor viabilidad de sus camadas (en vacas lecheras, Royal *et al.*, 2002; cerdas, Dourmad *et al.*, 1994; gallinas, Lui *et al.*, 1995). El conejo de carne no es ajeno a dicho fenómeno, así algunas líneas seleccionadas presentan peores índices reproductivos, el índice de reposición de reproductores se encuentra cerca del 110% (Rosell y de la Fuente, 2009) y uno de los principales hándicaps de la producción cunícola española es la frecuente aparición de trastornos digestivos en los gazapos tras su destete (Rosell, 2003).

En función del criterio de selección utilizado, los animales pertenecientes a líneas genéticas distintas pueden haber cambiado la forma de gestionar sus recursos (obtención de recursos y gestión de sus reservas corporales), con el objetivo de maximizar el éxito evolutivo por el cual ha sido seleccionado (Pascual *et al.*, 2012). De esta forma, el tipo de animal y el sistema productivo utilizado podría condicionar el estado corporal, la salud de la coneja y la mayor o menor predisposición de la camada a sufrir trastornos digestivos. Así, la mayor caída de reservas corporales se produce al final de la gestación coincidiendo con el momento de mayor eliminación de conejas en granja comerciales (Rosell y de la Fuente, 2009) y una caída excesiva de las reservas al parto condiciona el éxito de la cubrición durante la siguiente lactación (Quevedo, 2005; Savietto *et al.*, 2011). Estos resultados, reflejarían la importancia de no alejarse excesivamente del estado corporal adecuado para asegurar la reproducción y reducir el riesgo de eliminación.

Si damos por hecho que la selección puede cambiar la forma en la que los animales gestionan los recursos disponibles, la búsqueda de un sistema de alimentación que se ajuste al rendimiento de las hembras reproductoras de acuerdo a la línea genética puede

tener sentido. ¿Qué tipo de formulación y en qué nivel la necesitamos para poder ofrecer a los animales lo que necesitan?

Varios autores probando dietas de alta energía para conejas reproductoras utilizando diferentes fuentes energéticas y niveles de inclusión han observado diferentes respuestas en los animales; (Martens y de Groote, 1988; Xicato *et al*, 1995; Fernández- Carmona, *et al*, 1996; Pascual *et al*, 1999, 2000). De hecho, Pascual *et al*. (2003) describe como la utilización de altos niveles de almidón podría fomentar o promover la recuperación de reservas frente a la producción láctea, mientras que la utilización de un pienso cuya principal fuente de energía proceda de la introducción de grasa de origen animal suele fomentar la producción de leche, aunque normalmente se ha visto relacionada con una peor recuperación de las reservas corporales.

De acuerdo a lo que se ha dicho anteriormente, sería recomendable estudiar no sólo como el tipo de pienso puede afectar a los parámetros productivos y reproductivos de las conejas, sino también su efecto sobre la gestión de recursos en función del criterio de selección utilizado y las prioridades de los animales en función de ésta. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es determinar como hembras reproductoras de las líneas genéticas seleccionadas o fundadas por criterios muy dispares (velocidad de crecimiento, hiperproliferidad o longevidad productiva) gestionan los recursos y su nivel productivo en función del tipo de pienso utilizado (diferenciando en la principal fuente de energía: almidón o grasa animal).

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

El experimento se desarrollo en la granja experimental del Grupo de Alimentación Animal perteneciente del Instituto de Ciencia y Tecnología Animal (ICTA) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV). Inició el 30 de diciembre de 2011, y para el objetivo de esta tesina finalizo el 31 de mayo de 2012.

### **Animales**

Los animales utilizados en este experimento fueron conejas reproductoras de tres líneas genéticas pertenecientes al Grupo de Mejora Genética del ICTA de la UPV. Se utilizó un total de 148 conejas: 44 conejas de la línea H, 55 de la línea LP y 49 de la línea Rosa.

La línea H, fue fundada con una alta intensidad de selección por el tamaño de la camada al nacimiento y posteriormente seleccionada por tamaño de la camada al destete por más de 14 generaciones. Esta línea se caracteriza por una alta prolificidad en el parto.

La línea R, ha sido seleccionada por la tasa de crecimiento entre las semanas 4 y 9 de vida durante 25 generaciones. Esta línea se caracteriza por un alto crecimiento, a pesar de que sus características reproductivas suelen ser inferiores a las líneas maternas.

Línea LP, se constituyó en base a una alta intensidad de selección por la longevidad reproductiva. Se seleccionaron animales que habían tenido por lo menos 25 camadas con un tamaño de la camada medio de por lo menos 7,5 nacidos vivos. La característica principal de esta línea es que es muy robusta para afrontar desafíos ambientales y de producción (Theilgaard *et al.*, 2007 y 2009).

### **Piensos**

Se formularon 2 dietas experimentales y se fabricaron en la fábrica de piensos de la UPV, siguiendo las recomendaciones nutricionales para conejas reproductoras (De Blas y Mateos, 2010). Ambas dietas se formularon isoenergéticas e isoprotéicas para garantizar aproximadamente 11.5 MJ de energía digestible (ED) y 110 g de proteína digestible (PD) por kg e intentando mantener un nivel de fibra ácido detergente (FAD) entre 160 y 200 g/kg MS, pero partiendo de diferente fuente energética:

- a. Un pienso donde la fuente principal de energía fue el almidón (CS), a través de la inclusión de un 18% de almidón de maíz y sin la adición de grasa (249 g de almidón y 21 g de la EE por kg), para favorecer la ganancia de reservas corporales.
- b. Otro pienso cuya fuente de energía fue grasa de origen animal (AF), donde se sustituye parte de la energía proporcionada por el almidón por la adición de un 6% de grasa animal (105 g de almidón y 85 g de EE por kg), promoviendo la producción de leche.

Los ingredientes y composición química de las dietas experimentales se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Ingredientes (g/kg) y composición química (g/kg MS) de los piensos experimentales.

Ingredientes	Piensos		Nutrientes	Piensos	
	AF	CS		AF	CS
Cebada	130	92.5	Materia Seca (MS; g/kg)	917.7	909.0
Almidón Maíz	0	180	Cenizas	87.8	79.9
Torta soja 44	142.5	180			
Melaza	10	0	Extracto Etéreo	85.1	21.1
Manteca	60	0	Proteína Bruta	172.5	171.0
Salvado de trigo	100	100	Fibra Detergente Neutro	365.2	281.6
Alfalfa	400	350	Fibra Detergente Ácido	201.4	164.0
Pulpa de remolacha	100	40	Lignina Detergente Ácido	39.6	31.9
Granilla	30	30	Almidón	104.6	249.0
Metionina	2.5	2.5			
Fosfato bicálcico	18	18			
Robenidina	1	1			
Sal	3	3			
Corrector 0.5% <sup>1</sup>	5	5			

<sup>1</sup> Composición del corrector por kg de alimento: Vitamina A: 8375 UI; Vitamina D3: 750 UI; Vitamina E: 20 mg; Vitamina K<sub>3</sub>: 1 mg; Vitamina B<sub>1</sub>: 1 mg; Vitamina B<sub>2</sub>: 2 mg; Vitamina B<sub>6</sub>: 1 mg; Ácido nicotínico: 20 mg; Cloruro de colina: 250 mg; Mg: 290 mg; Mn: 20 mg; Zn: 60 mg; I: 1.25 mg; Fe: 26 mg; Cu: 10 mg; Co: 0.7 mg; BHA+Etoxiquin: 4 mg.

Los análisis químicos de los piensos se desarrollaron en el Laboratorio de Alimentación Animal del Instituto de Ciencia y Tecnología Animal de la UPV. La composición química de los piensos experimentales se determinó de acuerdo a los métodos indicados por la AOAC (1995): 934.01 para materia seca (MS), 942.05 para las cenizas (Ce), 920.39 para el extracto etéreo (EE) y 976.05 para proteína bruta (PB). Para la determinación de la fibra detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (FDA) y la lignina ácido detergente (LAD) se utilizó el método propuesto por Van Soest *et al.* (1991). Además se analizó el contenido de almidón (AL) por medio de dos hidrólisis enzimáticas, primero utilizando una amilasa termoestable y luego por una amiloglucosidasa, y la glucosa resultante es medida por la hexoquinasa glucosa-6-fosfato deshidrogenasa / NADP sistema (Boheringer 716251).

### Diseño experimental

A los 63 días de edad las conejas de las diferentes líneas genéticas (H, LP, R) fueron proporcionadas desde la granja de mejora genética a la granja de alimentación animal donde fueron alojadas individualmente y de forma consecutiva de acuerdo al tipo genético a lo largo de la granja. Desde el momento que llegaron a la granja, consumieron

un pienso (F) formulado de acuerdo a los resultados previos obtenidos por el Grupo de investigación de Alimentación Animal (9.9 MJ de ED, 480 g de FND y 120 g de PD por kg) el cual reciben hasta el día de su primer parto. Las hembras tuvieron su primera inseminación (IA) a las 19 semanas de edad, luego después de su primer parto, las hembras de cada tipo son asignadas al azar a una de las 2 dietas experimentales (CS o AF) en un sistema de alimentación *ad libitum* durante el experimento.

Al parto, las camadas fueron estandarizadas a 8-9 gazapos por camada (para mantener el esfuerzo productivo constante), son inseminadas a los 11 días post-parto (dpp) y fueron destetadas a los 30 dpp. Las conejas que no quedaron cubiertas se volvieron a inseminar 21 días después, y así hasta un total de 3 intentos.

Al parto se controló el tamaño y peso de la camada total, viva y estandarizada. Se controló el peso vivo y el grosor de la grasa perirenal (GGP) por ultrasonidos (Pascual *et al.*, 2004) de la coneja al parto, 18 y 30 dpp, así como el consumo de pienso de 0 a 18 dpp de la coneja, y de 18 a 30 dpp de la coneja y su camada. Para el control de la producción lechera la camada se mantuvo separada de su madre en su nido hasta los 18 dpp. La producción de leche se registro 4 días por semana (martes a viernes) durante las 3 primeras semanas de lactación mediante el peso de las conejas antes y después de lactar. A partir de los 18 dpp las camadas tuvieron libre acceso a la jaula, no siendo controlada la producción de leche durante dicho período. El tamaño y peso de la camada se registró también a los 18 y 30 dpp.

### **Análisis estadístico**

Los datos correspondientes a las camadas al primer parto (tamaño y peso de los nacidos totales y vivos) fueron analizados mediante un procedimiento GLM (SAS, 2002), cuyo modelo incluyó el tipo genético (H, LP y R) y la época del año (parto en enero, febrero y marzo-abril) como efectos fijos, así como su interacción.

Para analizar la evolución del peso vivo, GGP, producción de leche, peso de la camada y tamaño de la camada, se utilizó un modelo mixto (procedimiento MIXED; SAS, 2002), en un diseño para medidas repetidas que tuvo en cuenta la variación entre animales y la covariación intra-animal utilizando la función “spacial power”, que se trata de una generalización directa de primer orden de la función de covarianzas autoregresiva, que permite utilizar medidas repetidas con intervalos no equidistantes. El modelo incluyó el tipo genético (H, LP y R), el pienso (CS y AF) y la época del año (parto en enero, febrero y marzo-abril) como efectos fijos, así como sus interacciones. Se introdujo en tamaño de camada a lo largo de la lactación como covariable, con el objeto de estandarizar por nivel productivo.

Por último, la ingestión de la conejas de 0 a 18 dpp y de la conejas y sus camadas de 18 a 30 dpp se analizó mediante un procedimiento GLM (SAS, 2002), donde el modelo incluyó también el tipo genético (H, LP y R), el pienso (CS y AF) y la época del año (parto en enero,

febrero y marzo-abril) como efectos fijos, sus interacciones y el tamaño de camada como covariable.

Para evaluar el tipo genético y pienso se realizaron contrastes de interés (H-LP, H-R, LP-R y AF-CS), mediante la sentencia ESTIMATE de los procedimientos GLM y MIXED de SAS (2002).

## RESULTADOS

En las Tablas que se muestran a continuación se presentan los resultados obtenidos para los diferentes parámetros productivos evaluados en el experimento.

En la Tabla 3. Se muestran los resultados obtenidos para las camadas en el momento del primer parto en función del tipo genético.

El número de nacidos totales y vivos fue menor para la línea R (de media -2.8 y -3.2, respectivamente;  $P < 0.05$ ) que para las líneas H y LP.

Así, el peso de la camada viva al nacimiento fue menor para la línea R que para las otras dos líneas (de media -106 g;  $p < 0.05$ ), a pesar de que los gazapos vivos al parto de la línea R se caracterizaron por un mayor peso individual (67.2, 55.0 y 51.4 g para las líneas R, H y LP, respectivamente;  $P < 0.05$ ).

**Tabla 3.** Parámetros productivos con respecto a la camada de las conejas primíparas en función de la línea genética.

	Línea			Contrastes (media±error estándar)		
	H	LP	R	H-LP	H-R	LP-R
<b>Tamaño de Camada</b>						
Nacidos totales	9.96 <sup>b</sup>	10.06 <sup>b</sup>	7.12 <sup>a</sup>	-0.10±0.63	2.83±0.66*	2.94±0.63*
Nacidos vivos	8.89 <sup>b</sup>	9.36 <sup>b</sup>	5.92 <sup>a</sup>	-0.48±0.72	2.97±0.75*	3.44±0.71*
<b>Peso de la camada</b>						
Nacidos totales	516.6 <sup>b</sup>	494.0 <sup>ab</sup>	448.5 <sup>a</sup>	22.5±28.5	68.1±29.5*	45.5±28.3
Nacidos vivos	485.6 <sup>b</sup>	487.1 <sup>b</sup>	378.9 <sup>a</sup>	-1.6±31.7	106.7±32.3*	108.2±31.3*

\*Existe diferencia significativa  $P < 0.05$ .

<sup>a,b,c,d</sup> Datos con distinto superíndice en la misma fila difieren significativamente ( $P < 0.05$ )

En la Tabla 4. Se muestran los resultados obtenidos para el desarrollo de las conejas reproductoras en el momento del primer parto en función del tipo genético y la fuente de energía del pienso. El tipo de pienso no tuvo efecto significativo sobre ninguno de los parámetros productivos de las conejas.

Las conejas de la línea LP llegaron tanto al primer parto como a los 18 dpp con valores de peso vivo ligeramente superiores a las conejas de la línea H (solo significativamente al parto). Sin embargo, las conejas de la línea R, se caracterizaron por un superior peso vivo al de las otras líneas (de media 1223 y 1522 g al parto y a los 18 dpp, respectivamente).

El consumo de pienso de las conejas entre 0-18 dpp fue reflejo del tamaño de las conejas, siendo claramente superior en las conejas de la línea R y ligeramente superior en la línea LP respecto a las conejas de la línea H. Sin embargo, cuando el consumo se determina en  $\text{kg PV}^{0.75}$  las diferencias desaparecen e incluso, las conejas de la línea R muestran una

menor ingestión relativa (-4.2 y -7.7 g MS/kg PV<sup>0.75</sup>/d, respecto a las líneas H y LP; P<0.10 y P<0.05, respectivamente).

Respecto a la condición corporal, las conejas de la línea R se caracterizaron por un mayor Grosor de la Grasa Perirrenal (GGP) respecto a las otras dos líneas a lo largo de toda la lactación (8.9, 7.05 y 6.92 mm para las líneas R, H y LP, respectivamente; P<0.05). Sin embargo, el tipo genético no pareció afectar a la variación del GGP a lo largo de toda la lactación. Tan solo se observó una mayor ganancia de GGP en las conejas LP (+0.38 mm) respecto a las otras líneas (de media -0.22 mm) cuando estas fueron alimentadas con el pienso AF.

En la Tabla 5 se muestran los resultados obtenidos para el desarrollo de las camadas en lactación en función del tipo genético de las madres y el pienso que consumieron. El tipo de pienso no tuvo efecto significativo sobre la producción de leche de las conejas y el peso de las camadas cuando fueron estandarizadas.

Las conejas de la línea LP en la primera semana de lactación mostraron una producción de leche superior (de media 21.7 g; P<0.05) con respecto a las otras dos líneas. Sin embargo, la producción de leche de las líneas LP y R fue mayor tanto en la semana 2 y semana 3 (de media 20.1 g y 31.4 g, respectivamente; P<0.05) en comparación a la línea H, mientras que, para la producción total de leche, la línea LP tuvo una mayor producción (de media 18.8 g; P<0.05) con respecto a las líneas H y R, y a su vez, la línea R tuvo una mayor producción de leche que la línea H.

Las camadas fueron estandarizadas entre 8 y 9 gazapos, sin embargo el tamaño de la camada al destete fue entre 5 y 6 gazapos. Por lo tanto, se produjo un alto porcentaje de mortalidad en los gazapos durante la lactación (de media 35%), con diferencias entre las líneas R (30%) y las otras dos H y LP (de media 38%; P<0.05).

En el peso de las camadas de la línea R luego de la estandarización, mostraron un peso superior (de media 58.4 g; P<0.05) que el peso de las camadas correspondientes a las otras dos líneas. No obstante, cuando las camadas llegaron a los 18 dpp, se observó que el peso de la camada de la línea LP fue superior (de media 235.7 g; P<0.05) en referencia a las líneas H y R. Además que el pienso AF logró presentar mayores pesos en las camadas (de media 1715.2; P<0.05) con respecto al pienso CS que presentó pesos (de media 1611.5 g; P<0.05).

Para el peso de las camadas a los 30 dpp la línea H tuvo pesos inferiores que las líneas LP y R (-455.4 g y -298.0 g, respectivamente; P<0.05) Además, que el pienso AF presentó diferencias en el peso de las camadas (290.0 g; p<0.05) con respecto al pienso CS.

**Tabla 4.** Parámetros productivos de las conejas primíparas en función del tipo genético y la fuente energética del pienso.

Pienso	CS			AF			Contrastes (media±error estándar)			
	H	LP	R	H	LP	R	H-LP	H-R	LP-R	AF-CS
N° de conejas	24	28	21	20	27	28				
Peso vivo al parto (g)	3550 <sup>a</sup>	3765 <sup>b</sup>	4922 <sup>c</sup>	3588 <sup>a</sup>	3811 <sup>b</sup>	4881 <sup>c</sup>	-218±70*	-1332±72*	-1114±68*	14±57
Consumo 0-18 dpp (g MS/d)	255.9 <sup>a</sup>	284.5 <sup>b</sup>	324.8 <sup>c</sup>	272.5 <sup>ab</sup>	281.5 <sup>b</sup>	340.5 <sup>c</sup>	-18.8±7.1*	-68.4±7.7*	-49.6±7.4*	9.8±6.0
(g MS/PV0.75 d)	95.5 <sup>a</sup>	104.0 <sup>b</sup>	94.7 <sup>a</sup>	101.9 <sup>b</sup>	101.0 <sup>ab</sup>	97.5 <sup>ab</sup>	-3.8±2.2	2.6±2.4	6.4±2.3*	2.1±1.9
Variación del GGP 0-18 dpp (mm)	0,59 <sup>ab</sup>	0,67 <sup>ab</sup>	0,79 <sup>ab</sup>	0,59 <sup>ab</sup>	0,24 <sup>a</sup>	1,09 <sup>b</sup>	0,13±0,22	-0,35±0,23	-0,48±0,21	-0,04±0,1
Peso vivo a 18 dpp	3831 <sup>a</sup>	3934 <sup>a</sup>	5401 <sup>b</sup>	3810 <sup>a</sup>	3972 <sup>a</sup>	5417 <sup>b</sup>	-133±70	-1588±72*	1456±68*	11±57
Consumo 18-30 dpp (g MS/d)	371.3 <sup>ab</sup>	363.8 <sup>ab</sup>	397.4 <sup>b</sup>	358.6 <sup>a</sup>	356.3 <sup>ab</sup>	378.0 <sup>ab</sup>	4.84±11.4	-22.7±13.0	-27.6±12.6*	-13.2±10.0
Variación del GGP 18-30 dpp (mm)	0,22 <sup>ab</sup>	0,09 <sup>ab</sup>	0,01 <sup>ab</sup>	-0,20 <sup>a</sup>	0,38 <sup>b</sup>	-0,24 <sup>a</sup>	-0,23±0,22	0,12±0,23	0,35±0,21	-0,13±0,18
Peso vivo a 30 dpp	4098 <sup>a</sup>	4189 <sup>ab</sup>	5746 <sup>c</sup>	4130 <sup>a</sup>	4331 <sup>b</sup>	5708 <sup>c</sup>	-146±70*	-1613±72*	-1467±68*	45±57

\*Existe diferencia significativa p&lt;0.05.

<sup>a,b,c,d</sup> Datos con distinto superíndice en la misma fila difieren significativamente (P<0.05)

**Tabla 5.** Efecto del tipo genético y de la fuente energética del pienso sobre el desarrollo de las camadas en lactación.

	CS			AF			Contrastes (media±error estándar)			
	H	LP	R	H	LP	R	H-LP	H-R	LP-R	AF-CS
Producción de leche (g)										
Semana 1	42.0 <sup>ab</sup>	67.7 <sup>c</sup>	39.3 <sup>a</sup>	56.8 <sup>bc</sup>	65.4 <sup>c</sup>	49.1 <sup>abc</sup>	-17.2±6.5*	5.2±7.0	22.3±6.7*	7.4±5.5
Semana 2	140.5 <sup>a</sup>	171.1 <sup>c</sup>	153.4 <sup>ab</sup>	145.2 <sup>ab</sup>	160.6 <sup>bc</sup>	160.5 <sup>bc</sup>	-23.0±6.5*	-14.1±7.0*	8.9±6.7	0.4±5.5
Semana 3	173.7 <sup>a</sup>	205.4 <sup>bc</sup>	181.0 <sup>ab</sup>	163.3 <sup>a</sup>	191.4 <sup>b</sup>	215.9 <sup>c</sup>	-29.8±6.5*	-29.9±7.0*	-0.07±6.7	3.5±5.5
Total	118.7 <sup>a</sup>	148.0 <sup>c</sup>	124.6 <sup>ab</sup>	121.8 <sup>a</sup>	139.1 <sup>bc</sup>	141.8 <sup>bc</sup>	-23.3±5.7*	-12.9±6.2*	10.4±5.9*	3.8±4.8
Tamaño de la camada										
Estandarizada al parto	8.46	8.10	8.21	8.48	8.09	8.18				
18 dpp	6.42	5.45	5.37	5.14	4.58	6.21	0.76±0.46	-0.01±0.49	-0.77±0.48	-0.44±0.39
30 dpp	6.34	5.35	4.86	4.75	4.30	6.01	0.72±0.46	0.11±0.50	-0.61±48	-0.50±0.39
Peso de la camada (g)										
Estandarizada al parto	444.7 <sup>a</sup>	426.7 <sup>a</sup>	472.1 <sup>bc</sup>	412.0 <sup>b</sup>	408.2 <sup>a</sup>	509.9 <sup>c</sup>	18.9±12.5	-52.7±13.3*	-71.6±12.5*	10.1±10.2
18 dpp	1489 <sup>a</sup>	1806 <sup>b</sup>	1578 <sup>a</sup>	1578 <sup>a</sup>	1830 <sup>b</sup>	1786 <sup>b</sup>	-284±53*	-149±57*	136±56*	107±45*
30 dpp	2805 <sup>a</sup>	3331 <sup>bc</sup>	3299 <sup>bc</sup>	3150 <sup>b</sup>	3515 <sup>c</sup>	3487 <sup>c</sup>	-446±104*	-415±117*	30±115	239±92*

\*Existe diferencia significativa p&lt;0.05.

<sup>a,b,c,d</sup> Datos con distinto superíndice en la misma fila difieren significativamente (P<0.05).

## DISCUSIÓN

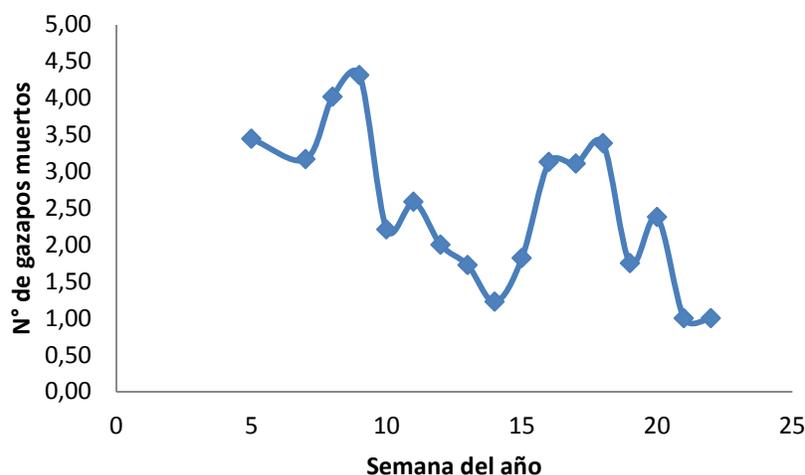
En lo que se refiere al tamaño de camada las líneas LP y H (maternales) tuvieron un número de nacidos vivos y totales similares, aunque muy superiores a los obtenidos para la línea R (paternal). Aunque, las estimas para la correlación genética dentro de raza entre el tamaño de camada o la fertilidad y los parámetros de crecimiento son bajo o cercanos a cero (Camacho y Baselga, 1990; Gómez *et al.*, 1998; Garreau *et al.*, 2000; García y Baselga, 2002a; Piles y Tusell, 2011), es bien aceptado que los grupos genéticos de líneas seleccionadas por velocidad de crecimiento se caracterizan por un menor tamaño de camada al nacimiento (Khalil y Baselga, 2002), lo cual podría estar relacionado con un posible excesivo engrasamiento (Theilgaard *et al.*, 2006).

La mortalidad a lo largo de la lactación presentó valores superiores a lo esperado (de media 35%), cuando estos valores suelen encontrarse entre 10-20% ( Pascual *et al.*, 2002). Estos valores pueden estar relacionados con el hecho de que los primeros partos tuvieron lugar en condiciones de bajas temperaturas (invierno). Como podemos observar en la Figura 1. Durante las primeras semanas del año (Enero-Febrero) la mortalidad en lactación alcanzó valores medios de 4 gazapos muertos por camada, mientras que a partir de dicho momento la mortalidad se redujo a 1-2 gazapos por camada.

A lo largo de la lactación la supervivencia fue superior para la línea R (70%) con respecto a las otras dos líneas que tuvieron (62%), esto pudo ser debido a dos factores: Un mayor peso del individuo puede conllevar a una mayor supervivencia, tomando en cuenta que al estandarizar las camadas se tomaron gazapos con un tamaño proporcional para garantizar una competencia entre hermanos y mantener la presión de producción igual para las tres líneas. Un retraso de los primeros partos de la línea R con respecto a las líneas H y LP como consecuencia de sus peores índices reproductivos. Es por ello, que tal y como se describió en la sección de material y métodos, se introdujo la variable estación como factor fijo y el tamaño de camada como covariable.

Durante la primera fase de la lactación (hasta 18 dpp), el consumo de las conejas reproductoras (264, 283 y 332 g MS/d para las líneas H, LP y R, respectivamente) estuvo muy condicionado por su peso vivo (3695, 3871 y 5155 g para las líneas H, LP y R, respectivamente), ya que la presión de lactación se mantuvo constante por la estandarización de la camada. Sin embargo, cuando los valores se expresan por kg de peso metabólico se observa como las conejas de la línea LP mostraron un mayor consumo que las R (+7%;  $P < 0.05$ ) y que las H aunque no de forma significativa (+4%). Este mayor consumo se tradujo en una mayor producción de leche durante las 3 primeras semanas de lactación (+8 y +19% que las conejas R y H, respectivamente;  $P < 0.05$ ), y en una menor recuperación del GGP (especialmente para las conejas LP que recibieron el pienso AF).

**Figura 1.** Efecto de la época del año sobre la mortalidad de los gazapos durante la lactación en conejas reproductoras primíparas.



El gran peso adulto de las conejas de la línea R ha sido descrito en numerosas ocasiones con anterioridad (Khalil y Baselga, 2002), así como la superioridad de peso vivo y soma de las conejas LP respecto a otras líneas seleccionadas por criterios reproductivos (Theilgaard *et al.*, 2007). Theilgaard *et al.* (2009), comparando conejas de la línea LP con otras seleccionadas por tamaño de camada al destete, describe un mayor consumo por kg de peso metabólico para las conejas LP cuando el nivel de esfuerzo productivo se vio aumentado (mayor tamaño de camada y ritmo reproductivo), que se relacionó con una utilización de su mayor soma. En el presente trabajo, parece confirmarse dicha hipótesis, ya que las conejas primíparas LP, en unas circunstancias de posible limitación de consumo por su desarrollo inmaduro, son capaces de captar una mayor cantidad de recursos y utilizar su soma para asegurar una adecuada producción de leche.

De hecho, la ventaja en peso vivo de las conejas LP frente a las H dejan de ser significativas a los 18 dpp, y las camadas de la línea LP fueron más pesadas en dicho momento que las camadas H (+17%;  $P < 0.05$ ), e incluso que las camadas de una línea seleccionada por velocidad de crecimiento (R; +8%;  $P < 0.05$ ).

En la segunda parte de la primera lactación (18-30 dpp), sólo disponemos del consumo conjunto de las conejas y sus camadas, y no de la producción de leche. Aún así, las conejas y camadas de la línea R mostraron un mayor consumo de pienso (+7%;  $P < 0.05$ ) que en las líneas LP y H, de forma que la ventaja de peso de las camadas LP respecto a las R a los 18 dpp desaparecieron a los 30 dpp. Esto podría ser debido, a una mayor producción de leche de las conejas R o a un mayor consumo de pienso de sus camadas de 18 a 30 dpp. De hecho, aunque no de forma significativa, las camadas R mostraron una mayor tamaño de 18 a 30 dpp (+0.7 gazapos) que las camadas LP, y la ventaja en producción de leche de las conejas LP respecto a las R muestra una tendencia a disminuir de la 1ª a la 3ª semana de

lactación. Por otra parte, y aunque no de forma significativa, las conejas LP muestran una mayor recuperación de reservas durante dicho período.

En las condiciones del presente trabajo, con unos tamaños de camada durante la lactación inferiores a los esperados para las líneas LP y H, las conejas de estas líneas, y especialmente de la LP, caracterizadas por unos mejores parámetros reproductivos (Pascual *et al.*, 2012), podrían estar dedicando una mayor parte de sus recursos a la siguiente camada respecto a las conejas R (con un tamaño de camada similar a su media al parto). Por otra parte, a medida que nos acercamos al destete, las camadas de una línea seleccionada por velocidad de crecimiento entre 28 y 63 días (Baselga y Blasco, 1989), es normal que puedan mostrar un mayor consumo, demanda de leche y crecimiento.

Pascual (2005) describe como durante la primera fase de lactación los recursos son gestionados para maximizar el éxito evolutivo de la coneja (p.ej., en la selección por tamaño de camada, la supervivencia de la camada y/o recuperación para asegurar la siguiente), mientras que en su segunda fase es la demanda por parte de la camada y la concurrencia o no con la siguiente gestación la que condiciona principalmente la gestión de dichos recursos.

Para concluir, los resultados del presente trabajo parecen confirmar la mayor capacidad de captación de recursos por parte de una línea caracterizada por su mayor robustez cuando estos pueden verse limitados (inicio de la primera lactación), mientras que cuando estos se encuentran más disponibles o el esfuerzo productivo se ve reducido puede dirigirlos a priorizar la siguiente camada. Estos resultados, que se encuentran dentro de un experimento más global donde estos animales se controlarán hasta su sexto ciclo reproductivo, deberán confirmarse a partir de la eficacia reproductiva a largo plazo de las distintas líneas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 1995. "Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists". 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

Baselga M. 2004. Genetic improvement of meat rabbits. Programmes and diffusion. In: Proc. 8th World Rabbit Congress, Puebla, Mexico. 1-13.

Baselga M., Blasco A. 1989. Mejora genética del conejo de producción de carne. Mundiprensa, Madrid, Spain.

Baselga M., Blasco A., García F. 1982. Parámetros genéticos de caracteres económicos en poblaciones de conejo. In Proc.: 2nd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Madrid, España. Vol. VI: 471-480.

Camacho J., Baselga M. 1990. Genetic correlation between reproductive and growth traits in rabbits. In Proc.: 4th World Congress on Genetics Applied to the Livestock Production, Edinburgh, Scotland, vol. 16, 366-369.

Cervera C., Pascual J.J. 2006 "Manejo de la alimentación de las conejas reproductoras". Actas XXXI Symposium de Cunicultura. Murcia, 211-227.

De Blas C., Mateos G.G. 2010. Feed formulation. In: De Blas, C., Wiseman, J. (Eds). The Nutrition of the Rabbit. 2nd ed., CABI International. Wallingford (UK), pp. 222-232.

Dourmad J.Y., Etienne M., Prunier A., Noblet J. 1994. The effect of energy and protein-intake of sows on their longevity: a review. Livest. Prod. Sci., 40, 87-97.

Fernández-Carmona J., Cervera C., Blas E. 1996. High fat diets for rabbit breeding does housed at 30° C. In Proc.: 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France, Vol 1, 167-169.

García M.L., Baselga M. 2002. Estimation of genetic response to selection in litter size of rabbits using a cryopreserved control population and genetic trends. Livest. Prod. Sci., 74, 45-53.

Garreau H., Szendro Zs., Larzul C., Rochambeau H. de. 2000. Genetic parameters and genetic trends of growth and litter size traits in the White Pannon breed, In Proc.: 7th World Rabbit Congress, Valencia, 4-7 July 2000, Spain, Vol. A, pp. 403-408.

Gomez E.A., Rafel O., Ramon J. 1998. Genetic relationships between growth and litter size traits at first parity in a specialized dam line, In Proc.: 6th World Cong. Genet. Appl. Livest. Prod., 11–16 January 1998, Vol. 25, University of New England, Armidale, pp. 552–555.

Khalil M.H., Baselga M. 2002. Rabbit genetic resources in Mediterranean countries. Options Méditerranéennes. Série B. Etudes et Recherches; n. 38. CIHEAM-IAMZ. Zaragoza. Spain, pp. 262.

Liu G., Dunnington E.A., Siegel P.B. 1995. Correlated responses to long-term divergent selection for eight-week body weight in chickens: growth, sexual maturity, and egg production. Poultry Sci., 74, 1259-1268.

Maertens L. 1992. Rabbit nutrition and feeding: a review of some recent developments. J. Appl. Rabbit Res., 15, 810-818.

Maertens L., de Groote G. 1988. The influence of the dietary energy content on the performances of post partum breeding does. In Proc.: 4th World Rabbit Congress, Budapest, Hungary, Vol. 3, 42-52.

Pascual J.J., Tolosa C., Cervera C., Blas E., Fernández-Carmona, J. 1999. Effect of diets with different digestible energy content on the performance of rabbit does. Animal Feed Science and Technology 81, 105-117.

Pascual J.J., Cervera C., Fernández-Carmona J. 2000. The effect of dietary fat on the performance and body composition of rabbit in the second lactation. Animal Feed Science and Technology 86, 191-203.

Pascual J.J., Cervera C., Fernández-Carmona J. 2002. A feeding program for young rabbit does based on all Lucerne diets. World Rabbit Science 10, 7-13.

Pascual J.J., Cervera C., Blas E., Fernández-Carmona J. 2003. High energy diets for reproductive rabbit does: effect of energy source. Nutrition Abstracts and Review. Series B: Livestock Feeds and Feeding, 73, 27-39.

Pascual J.J. 2005. Animal and feeding factors affecting voluntary feed intake of reproductive rabbit does. In Proc.: 55th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Bled, Slovenia, Vol. 10, 176.

Pascual J.J., Cervera C., Baselga M. 2012. Genetic selection and nutritive Resources allocation in reproductive rabbit does. 10th World Rabbit Congress, Sharm El Sheikh, Egypt, Vol. 1, 2.

Piles M., Tusell L. 2011. Genetic correlation between growth and female and male contributions to fertility in rabbit. *J. Anim. Breed. Genet.*, doi:10.1111/j.1439-0388.2011.00975.x

Quevedo F., Cervera C., Blas E., Baselga M., Costa C., Pascual J.J., 2005. Effect of selection for litter size and feeding programme on the performance of young rabbit females during rearing and first pregnancy. *Anim. Sci.* 80, 161-168.

Rosell J.M. 2003. Health status of commercial rabbitries in the Iberian peninsula. A practitioner's study. *World Rabbit Sci.*, 11, 157-169.

Rosell J.M., de la Fuente L.F. 2009. Culling and mortality in breeding rabbits. *Prev. Vet. Med.*, 88, 120-127.

SAS. 2002. SAS/SAT User's Guide (Release 9.1). SAS Inst. Inc. Cary NC, USA.

Sánchez J.P., Theilgaard P., Mínguez C. y Baselga M. 2008. Constitution and evaluation of a long-lived productive rabbit line. *J. Anim. Sci.* 2008. 86:515–525.

Savietto D., Ródenas L., Martínez-Paredes E., Martínez-Vallespín B., García-Diego F.J., Fernández C., Pascual J.J., Blas E., Cervera C. 2011. Origen genético de la coneja, condiciones ambientales de lactancia y supervivencia de gazapos en el cebadero. Proc. XXXVI Symposium de Cunicultura, Peñíscola, Castellón, Spain, 65-68.

Theilgaard P., Sanchez J.P., Pascual J.J., Friggens N.C., Baselga M., 2006. Effect of body fatness and selection for prolificacy on survival of rabbit does. *Livest. Sci.*, 103, 65-73.

Theilgaard P., Sánchez J.P., Pascual J.J., Berg P., Friggens N.C. Baselga M. 2007. Late reproductive senesce in a rabbit line hyper selected for reproductive longevity, and its association with body reserves. *Genet. Select. Evol.*, 39, 207-223.

Theilgaard P., Baselga M., Blas E., Friggens N.C., Cervera C., Pascual J.J. 2009. Differences in productive robustness in rabbits selected for reproductive longevity or litter size. *Anim.*, 3, 637-646.

Van Soest, P. J., Roberston, J. B., Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dietary Sci.*, 74: 3583-3597.

Xiccato G., Parigi-Bini R., Dalle Zotte A.; Carazzolo A., Cossu M.E. 1995. Effect of dietary energy level, addition of fat and physiological state on performance and energy balance of lactating and pregnant rabbit does. *Animal Science* 61, 387–398.