

## Efectos del nivel de alimentación pre-parto sobre los resultados productivos y la uniformidad de peso de la camada en cerdas de elevada prolificidad

M. Adsuar<sup>1</sup>, J. Fornós<sup>2</sup>, R. Macià<sup>2</sup>, D. Babot<sup>1</sup> y J. Álvarez-Rodríguez<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Lleida, Av. Rovira Roure, 191. 25198 Lleida, España

<sup>2</sup> Grup Cooperativa d'Artesa. Av. Eduard Maluquer, 9. 25730 Artesa de Segre (Lleida), España

### Resumen

Este trabajo se planteó con la hipótesis de que un aumento de la ración en el último tercio de gestación de las cerdas daría lugar a un mayor y más uniforme peso de los lechones. Se utilizaron 96 cerdas gestantes Landrace x Large-White inseminadas con semen Pietrain para estudiar el efecto del nivel de alimentación (ALTO, 1,2 x mantenimiento (M) vs. BAJO, 1 x M) desde el día 90 de gestación hasta el día del parto en un estudio de campo durante la época cálida. Se evaluó el consumo de pienso y el espesor de grasa dorsal de las cerdas durante las 3 últimas semanas de gestación y 3 semanas de lactación. Se registraron los parámetros productivos de las cerdas y los lechones.

La ingesta de pienso de las cerdas en lactación no dependió del nivel de alimentación pre-parto y éste no afectó a la dinámica de reservas corporales de las cerdas durante el final de gestación y la lactación. El porcentaje de cerdas en anestro post-destete (>10 días) fue superior al haber incrementado el nivel de alimentación pre-parto. El aumento del nivel de alimentación no se compensó con un mayor peso de la camada al nacimiento, ni con una mejora de su uniformidad o de la ganancia de peso de los lechones. A pesar de que el porcentaje de lechones muertos durante la lactación fue similar entre grupos, el incremento del nivel de alimentación se tradujo en una concentración de la mortalidad pre-destete en los lechones de menor peso al nacimiento.

**Palabras clave:** Gestación, lactación, ración, ingestión, espesor de grasa dorsal, lechones.

### Abstract

**Effects of pre-partum feeding level on productive performance and within-litter variation of litter body-weight from high prolific sows**

This work hypothesized that increasing dams feed ration during the last third of pregnancy would trigger greater and more uniform birth weight of piglets. Ninety-six pregnant Landrace x Large-White sows sired by Pietrain boars were used to assess the effect of feeding level (HIGH, 1.2 x maintenance (M) vs. LOW, 1 x M) from day 90 of pregnancy to farrowing in a field study during the hot season. Individual feed intake and back-fat thickness was recorded throughout the last 3 weeks of pregnancy and 3 weeks of lactation. Productive parameters of sows and litter were registered after delivery (born piglets, mortality, piglets weaned, weaning to oestrus interval and individual piglets' weight at birth (<24 h) and at weaning). Sow feed intake during lactation did not depend on previous pre-partum feeding level and it had

---

\* Autor para correspondencia: jalvarez@prodan.udl.cat

<http://dx.doi.org/10.12706/itea.2014.016>

no effect on sow body reserves dynamics from late pregnancy to subsequent weaning. The proportion of anoestrus sows after drying-off (> 10 days) was greater when pre-partum feeding level had been increased. Higher feeding level was not counterbalanced either with a greater litter weight at birth, or a lower within-litter variation of piglet body-weight or increasing body growth of piglets. Although the proportion of dead piglets during lactation was similar between groups, increasing pre-partum feeding level may have impact on the body-weight range of pre-weaning dead piglets, since this practice concentrated mortality events in animals displaying lower birth body-weights.

**Key words:** Pregnancy, lactation, intake, back-fat thickness, piglets.

## Introducción

En la última década, la prolificidad de las explotaciones porcinas ha crecido de 11,3 a 13,0 lechones nacidos por parto (BDPorc, 2013a), debido al progreso genético de las cerdas híbridas utilizadas como reproductoras y otras mejoras importantes del proceso productivo, en aspectos como la nutrición, las instalaciones y el manejo. En algunas explotaciones concretas, se superan habitualmente de media los 16 lechones nacidos totales por camada (BDPorc, 2013b). La evolución de este parámetro ha conllevado una reducción progresiva del peso al nacimiento de los lechones (Quiniou *et al.*, 2002), asociado a una elevada variabilidad dentro de la propia camada (Quesnel *et al.*, 2008). A su vez, el incremento del tamaño de la camada conlleva un aumento de la mortalidad de los lechones durante la lactación, y un mayor gasto en ciertas partidas de costes (por ejemplo, en productos medicamentosos), pero permite mejorar los resultados económicos de las explotaciones por la mayor productividad numérica y eficiencia alimentaria (Boulot y Badouard, 2010).

La medida de corrección utilizada habitualmente, a nivel de granja, consiste en aumentar el nivel de alimentación de las cerdas durante los últimos 21 a 28 días de gestación, ya que corresponde al período en el que el feto crece de forma exponencial (Reynolds y Redmer, 2001). El incremento del nivel de alimentación al final de la gestación podría tener repercusiones sobre la dinámica de las

reservas corporales de las cerdas dado que, si las cerdas llegan al parto con un estado corporal elevado, consumirán menos alimento y movilizarán más grasa corporal durante la lactación (Dourmad, 1991).

El presente trabajo se planteó como un estudio de campo para evaluar el efecto del nivel de alimentación en el último tercio de gestación sobre la ingestión de alimento y el espesor de grasa dorsal de cerdas de elevada prolificidad, así como sobre la uniformidad de peso de su camada al nacimiento y los resultados productivos de sus lechones durante la lactación.

## Materiales y métodos

### Manejo de los animales y diseño experimental

El estudio se realizó en la explotación de cerdas reproductoras Ramadera Ramon, situada en el municipio de Agramunt (Lleida, España) durante el periodo comprendido entre Agosto y principios de Octubre de 2012. La temperatura media diaria exterior durante el estudio osciló entre los 30,9° C y los 23,5° C, mientras que la humedad relativa media exterior se mantuvo entre el 40% y el 56%, en la fase inicial y final del estudio, respectivamente.

Las cerdas utilizadas eran híbridas F1 procedentes de un cruce Landrace (♀) x Large-White (♂) (DanBred, Copenhagen, Dinamarca), inse-

minadas con semen homospérmico de 2 verracos de raza Pietrain de la propia explotación. Se utilizaron 96 cerdas gestantes, procedentes de tres bandas de producción (1ª n = 30; 2ª n = 30; 3ª n = 36; separadas por un intervalo entre bandas de una semana), que se dividieron al azar en dos tratamientos (48 cerdas alimentadas pre-parto con un nivel ALTO y 48 cerdas con un nivel BAJO), desde el día 91,6 ± 1,2 de gestación (16,8 ± 2,7 mm grasa dorsal en P2 y 3,2 ± 2 partos, media ± desviación estándar) hasta el día del parto. Esta línea genética materna presenta un peso vivo medio después del parto que oscila entre 206 kg (1r parto) y 238 kg (4º parto), para niveles de engrasamiento similares al presente estudio (Moeller et al., 2004). El nivel de alimentación ALTO inicialmente se planteó en 4 kg pienso/cerda/día y el BAJO en 3 kg pienso/cerda/día, pero debido a las condiciones de calor, y puesto que los animales no se acababan la ración, hubo que reducir la ración a partir de la segunda semana de estudio a 3,3 ± 0,19 kg pienso/cerda/día (1,2 x M) y 2,6 ± 0,17 kg pienso/cerda/día (1 x M), para ALTO y BAJO, respectivamente. El nivel de alimentación ALTO representaba la ración habitual de la explotación y excedía, de media, un 20% las necesidades teóricas calculadas con el método factorial propuesto por FEDNA (2006), asumiendo gastos de mantenimiento en función del peso vivo de la cerda a la cubrición, gastos para crecimiento de fetos y anejos en función del número de nacidos totales, gastos necesarios para la ganancia de reservas maternas en función del número de parto de la cerda (37, 32 ó 20 kg para 1º, 2º ó ≥ 3º partos, respectivamente) y gastos para la ganancia de peso de la ubre. Los ingredientes y la composición de los piensos (presentación en harina) de gestación y lactación se muestran en la Tabla 1.

Las cerdas estuvieron en alojamientos individuales (0,60 x 2,20 m) desde el destete hasta el momento de la entrada a parideras. La alimentación en gestación se administró

mezclada con agua en dos tomas diarias (9:00 y 15:00 h) en un comedero continuo. El pienso administrado en gestación se reguló de forma individual en el dosificador de cada cerda. Para evitar diferencias entre cerdas alojadas en puntos diferentes de la nave, se controló la relación entre la oferta real y el volumen de pienso indicado en el dosificador utilizando como factor de corrección el peso medio del pienso al inicio y final de la línea de suministro. La entrada de las cerdas a parideras se realizó a los 110 días de gestación, aproximadamente. En las salas de maternidad las cerdas estuvieron en alojamientos individuales (1,80 x 2,40 m), con comedero y bebedero individual integrados y una temperatura oscilante entre 21-26° C. La alimentación en parideras fue con pienso de gestación hasta el día 4 postparto y desde entonces hasta el destete ambos grupos recibieron pienso de lactación en harina (Tabla 1) con la misma pauta de alimentación. El día previsto del parto se dio la mitad de la ración habitual o, en caso de mostrar rechazo de pienso el día anterior, únicamente recibieron agua a voluntad. La política de alimentación de las cerdas durante la lactación fue siempre intentar maximizar el consumo de pienso de éstas. Se les administró el pienso en recipientes calibrados en dos tomas (7:00 de la mañana y 14:00 de la tarde) y una tercera a las 15:00 h de la tarde en aquellas cerdas que habían consumido la totalidad de la oferta al final del día. En el momento de dar la comida, se evitó que el comedero tuviese un exceso de agua para evitar pérdidas de pienso. Al terminar de repartir la comida, a todas las cerdas se les suministró agua en el comedero a razón de 2:1. El resto del día dispusieron de agua a voluntad.

El día del parto se les administró oxitocina vía intramuscular (Oxivex®, S.P. Veterinaria, S.A. Tarragona, España) después de la expulsión del primer lechón y si el parto fue superior a 1 h se repitió el tratamiento y se asistió de forma manual al parto. No se utilizó ninguna

Tabla 1. Composición química de los piensos para cerdas reproductoras utilizados en gestación y lactación  
 Table 1. Feed chemical composition used for sows during pregnancy and lactation

	Gestantes	Lactantes
Grasa bruta (%)	3	5,1
Proteína bruta (%)	13,5	15,5
Fibra bruta (%)	7,1	5,1
Fibra neutro-detergente (%)	23,8	15,5
Cenizas (%)	6	5,6
Lisina total (%)	0,59	1,03
Metionina total (%)	0,23	0,33
Treonina total (%)	0,44	0,71
Triptófano total (%)	0,17	0,18
Calcio (%)	0,95	0,90
Fósforo total (%)	0,68	0,62
EM (kcal/kg) <sup>1</sup>	2780	3125

**Ingredientes del pienso de cerdas gestantes:** Cebada (52,2%), carbonato cálcico (1,7%), fosfato bicálcico (0,2%), sal (0,3%), cuartas (30%), grasa (0,7%), galleta (3%), fosfato monocálcico (0,3%), girasol 34 (6%), colina 75 líquida (0,2%), L-lisina 50 (0,2%), colza 34 (2,4%), melaza en caña de azúcar (2,6%), corrector vitamínico-mineral (0,4%) y fitasas (0,1%).

**Ingredientes del pienso de cerdas lactantes:** Cebada (15%), trigo blando (40%), maíz (9,4%), carbonato cálcico (1,4%), bicarbonato sódico (0,2%), sal (0,4%), cuartas (5%), grasa (3%), galleta (5%), soja 47 (4,9%), fosfato monocálcico (0,8%), girasol 34 (7,6%), L-treonina (0,2%), DL metionina 88 (0,1%), colina 75 líquida (0,1%), L-lisina 50 (1%), colza 34 (5%), melaza en caña de azúcar (0,6%), corrector vitamínico-mineral (0,3%) y fitasas (0,1%).

<sup>1</sup> Calculada según FEDNA (2010).

hormona inductora del parto. Las parideras se cubrieron con trozos de papel para secar los lechones recién nacidos y así evitar hipotermias. A los lechones se les realizó el corte de colmillos, se crotalaron y se les administró hierro dextrano (Ferrovall®, Mevet S.A, Lleida, España) durante las primeras 24 h de vida. Además también se les administró Sulfato de cefquinome vía intramuscular (Cobactan®, Intervet International GmbH, Alemania) para evitar diarreas neonatales de origen bacteriano. Los lechones se encalost-

traron con su propia madre un mínimo de 24 h postparto. En las camadas con un gran número de lechones de diferentes tamaños, se hizo turnos de encalostamiento para verificar el consumo de calostro por parte de todos los lechones. Una vez bien encalostados, se procedió a realizar las adopciones entre camadas, que fueron equilibradas entre tratamientos alimenticios. La política de adopciones fue la siguiente: las cerdas primíparas criaron entre 12 y 16 lechones de mayor tamaño para estimular la eyección de leche y

mejorar las lactaciones posteriores; las cerdas de entre dos y cinco partos criaron entre 12 y 18 lechones de mediano tamaño; y las cerdas de más de cinco partos criaron entre 10 y 15 lechones de mayor tamaño para evitar la pérdida de mamas funcionales por poca estimulación de éstas. A los 5 días de vida aproximadamente, se realizó el corte de colas de los lechones y se les administró Tildipirosina vía intramuscular (Zuprevo®, Intervet International GmbH, Alemania) para evitar los agentes bacterianos que provocan infecciones respiratorias. A partir de los 10 días de vida, los lechones recibieron un pienso en migajas (16,4% grasa bruta, 16,3% proteína bruta, 1,1% lisina total, 2,7% fibra bruta), para estimular el consumo de alimento sólido. Los lechones se destetaron a la edad de  $26 \pm 1,6$  días y fueron trasladados a la nave de transición, donde ya no se les hizo ningún seguimiento. Las cerdas reproductoras destetadas se volvieron a alojar en la nave de cubrición-control y gestación hasta el siguiente parto.

#### VARIABLES EVALUADAS

Se controló individualmente el consumo de pienso de cada cerda desde el día 90 de gestación hasta el destete el día 26 de lactación. Para ello, se prepararon diariamente recipientes con pienso de peso conocido que se iban ofreciendo en cada una de las tres tomas, en caso de haber consumido la oferta anterior. Se midió el espesor de grasa subcutánea dorsal mediante un aparato de ultrasonidos de modo A (Renco Lean meter, Renco Corporation, EEUU) en el punto P2, a 6 cm en ambos lados de la columna vertebral a nivel de la última costilla (Dourmad, 1991), en los días 90 y 114 de gestación, y a los 7, 14 y 26 de lactación. Se aplicó aceite para facilitar la transmisión de las ondas del aparato. Todas las medidas fueron tomadas por la misma persona y con la cerda de pie. Se calculó la variación de grasa dorsal durante la lactación por diferencia entre su valor en el día del parto y el día del

destete. Durante la lactación, se controló la temperatura rectal de cada cerda una vez al día (entre las 11:00 y las 12:00 h).

Después del parto, se anotaron los siguientes parámetros productivos de cada cerda: el número (nº) de lechones nacidos totales, nº de lechones muertos, nº de lechones momificados (siempre a la misma hora de la mañana para minimizar errores, y antes de realizar las adopciones a 24-48 h postparto); nº de lechones criados totales, nº de lechones destetados, intervalo entre partos y nº de lechones nacidos totales en el siguiente parto. Durante el periodo de estudio, se anotaron las incidencias que pudieron suceder en las cerdas (episodios de hipertermia  $> 39,5^\circ\text{C}$ , letargia, etc.) y los lechones (diarrea, "splay leg", mortalidad, etc). Después del destete, se registró el intervalo hasta el nuevo celo, las repeticiones, abortos, y desviejes que se produjeron hasta el siguiente parto. Las causas de desvieje fueron por pérdida excesiva y anormal de condición corporal, anestro prolongado, cojera o descargas vaginales purulentas.

Para evaluar la homogeneidad de la camada al nacimiento, todos los lechones fueron identificados con un crotal numerado el día del parto. Posteriormente, se pesaron todos los lechones nacidos con una báscula de precisión ( $\pm 0,01$  kg) (MICRA Metripod MMA, Campesa S.A, Barcelona, España) en las primeras 24 h después del nacimiento. También se anotó el sexo de cada lechón. En el momento del registro de peso se realizó un test de vitalidad de los lechones vivos a través de su respuesta de giro (Baxter et al., 2012), colocando cuidadosamente a éste de espaldas sobre la caja de pesaje y anotando la latencia de tiempo hasta que consiguieron ponerse de pie. En los lechones que tardaron más de 15 segundos en levantarse, se anotó una latencia de 16 segundos. Las adopciones se realizaron durante las primeras 24-48h postparto, siempre dentro del mismo lote y tratamiento y moviendo el menor número

posible de animales. Para calcular la ganancia media diaria (GMD), se registró también el peso de cada lechón al destete.

#### Análisis estadístico

Los datos se analizaron con el programa estadístico SAS versión 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, EEUU). Inicialmente, se realizó un análisis de varianza para asegurar que no existían diferencias de partida entre tratamientos en el espesor de grasa dorsal y el número de partos de las cerdas. El consumo de pienso y la evolución de las reservas corporales (grasa dorsal) de las cerdas se analizaron con un modelo lineal mixto (proc MIXED) considerando la banda ( $i = 1, 2, 3$ ), el ciclo reproductivo ( $j = 1^\circ, 2^\circ, 3^\circ, \geq 4^\circ$ ), el nivel de alimentación pre-parto ( $k = \text{ALTO, BAJO}$ ), las semanas en relación al parto ( $l = -3, -1, 1, 2, 3$ ) y la interacción entre ellos como efectos fijos. La cerda se consideró como efecto aleatorio, para tener en cuenta las medidas repetidas en el tiempo sobre el mismo animal. Adicionalmente, se consideró el efecto fijo de las afectaciones por fiebre ( $>39,5^\circ \text{C}$ ) en el modelo.

La productividad de las cerdas y la variación de grasa dorsal durante la lactación se analizaron con un modelo lineal general (proc GLM), considerando la banda, el ciclo reproductivo, el nivel de alimentación pre-parto y la interacción entre ellos como efectos fijos.

La asociación entre el nivel de alimentación pre-parto y distintas variables productivas (proporción de camadas con diarrea, proporción de lechones con un peso menor a 1 kg al nacer, proporción de cerdas con anestro  $>10$  días después del destete, y proporción de lechones con splayleg) se evaluó mediante el test  $\chi^2$ -cuadrado, comprobando su asociación con el test F-Fisher ( $\alpha = 0,05$ ) (proc FREQ).

El peso de la camada al nacimiento y el coeficiente de variación del peso de los lechones al nacimiento se analizó con un modelo li-

neal general (proc GLM) considerando la banda, el ciclo reproductivo de las cerdas, el nivel de alimentación pre-parto y la interacción entre ellos como efectos fijos. En cambio, el peso individual al nacimiento, la vitalidad y la GMD de los lechones se analizó con un modelo lineal mixto (proc MIXED) que incluía los mismos efectos fijos (banda, ciclo reproductivo, nivel de alimentación pre-parto y sus interacciones dobles) y aleatorio (cerda) que los modelos de consumo de pienso y grasa dorsal de las cerdas, además del sexo del lechón y su estado postnatal (nacido vivo, nacido muerto, muerto durante la lactación). Por ello, para valorar el peso de la camada al nacimiento se consideraron tanto los animales nacidos muertos como los vivos, configurando un total de 1757 lechones. Para el cálculo de la GMD se utilizaron los datos de 1207 lechones.

La separación de medias entre tratamientos se realizó con el test de Tukey. El nivel de significación se estableció en  $P \leq 0,05$ . Las interacciones se comentan en el texto únicamente si alcanzaron la significación estadística ( $P < 0,05$ ). Los resultados se expresan como medias mínimo cuadráticas con su error estándar promedio.

#### Resultados

El efecto del nivel de alimentación no interaccionó con el ciclo reproductivo de las cerdas, por lo que se describen ambos efectos de forma separada.

#### Consumo de pienso y resultados productivos de las cerdas

##### *Efecto del nivel de alimentación*

La evolución del consumo de pienso de las cerdas durante las últimas tres semanas de gestación y la lactación difirió en función del

nivel de alimentación pre-parto ( $P < 0,001$ ) (Figura 1). En los días previos al parto las diferencias en el consumo de pienso entre el nivel ALTO y BAJO fueron significativas ( $P < 0,05$ ). En lactación, el nivel de alimentación pre-parto no afectó al consumo de pienso durante la primera semana y última semana de lactación de las cerdas ( $P > 0,05$ ). Sin embargo,

las cerdas alimentadas con un nivel de alimentación pre-parto ALTO consumieron menos pienso que las de BAJO en la segunda semana de lactación ( $-0,21$  kg/día;  $P < 0,05$ ). En conjunto, el consumo de pienso medio durante la lactación no difirió entre niveles de alimentación ( $6,16$  vs.  $6,34 \pm 0,25$  kg/día en ALTO y BAJO, respectivamente;  $P > 0,05$ ).

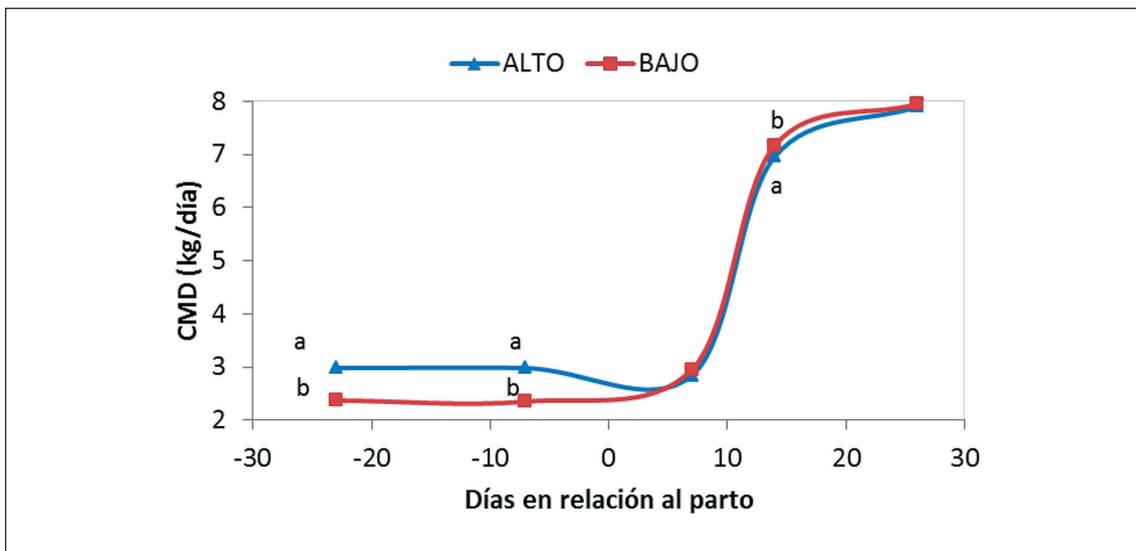


Figura 1. Consumo medio de pienso (CMD) de las cerdas según su nivel de alimentación pre-parto (ALTO =  $1,2 \times M$ , BAJO =  $1 \times M$ ). Letra distinta en un mismo día indica diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos (error estándar promedio =  $0,08$  kg).

Figure 1. Sows' mean feed intake according to their pre-partum feeding level (HIGH,  $1,2 \times M$ , LOW =  $1 \times M$ ). Different letter within each day denotes significant differences ( $P < 0,05$ ) between treatments (pooled standard error =  $0,08$  kg).

La evolución de las reservas corporales de grasa dorsal en las cerdas que se alimentaron con un nivel ALTO y BAJO fue similar en todos los momentos del estudio ( $P > 0,05$ ) (Figura 2). La pérdida de grasa dorsal durante la lactación no difirió entre niveles de alimentación ( $-3,7$  vs.  $-4,3 \pm 0,3$  mm, en ALTO y BAJO, respectivamente;  $P > 0,05$ ).

No se observaron diferencias entre niveles de alimentación pre-parto en los parámetros

productivos de las cerdas (Tabla 2;  $P > 0,05$ ), excepto en el porcentaje de cerdas en anestro en el día 10 después del destete, que fue superior en ALTO que en BAJO ( $P < 0,05$ ). Tampoco se observaron diferencias en el porcentaje de repeticiones ( $5,2$  vs.  $4,2\%$ ;  $P > 0,05$ ) o abortos ( $1,0$  vs.  $1,0\%$ ;  $P > 0,05$ ), pero sí en el porcentaje de cerdas eliminadas antes del parto siguiente, que fue superior en ALTO que en BAJO ( $8,3$  vs.  $1,0\%$ , respectivamente;

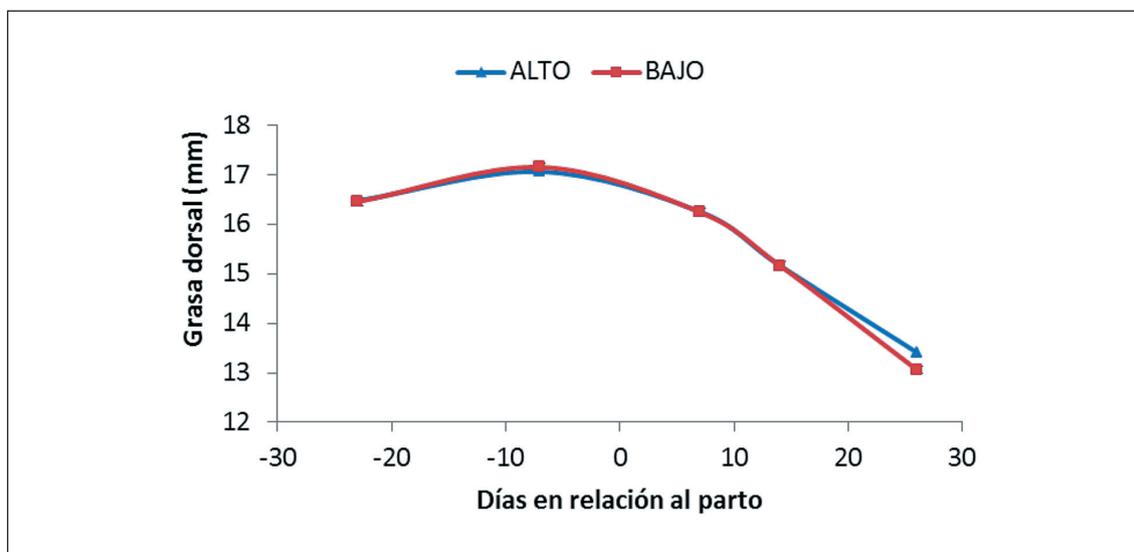


Figura 2. Espesor de grasa dorsal (punto P2) de las cerdas según su nivel de alimentación pre-parto (ALTO = 1,2 x M, BAJO = 1 x M). Letra distinta en el mismo día indica diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos (error estándar promedio = 0,5 mm).

Figure 2. Sows' back-fat thickness (P2 site) according to their pre-partum feeding level (HIGH, 1.2 x M, LOW = 1 x M). Different letter within each day denotes significant differences ( $P < 0.05$ ) between treatments (pooled standard error = 0.5 mm).

Tabla 2. Parámetros productivos de las cerdas según su nivel de alimentación pre-parto  
Table 2. Productive parameters of sows according to pre-partum feeding level

	Nivel de alimentación		EE	Nivel de significación
	ALTO	BAJO		
Nacidos totales (n°)	17,5	19,3	0,7	NS
Nacidos muertos (%)	8,5	7,9	1,8	NS
Nacidos momificados (%)	1,3	3,1	0,8	NS
Mortalidad post-adopciones (%)	16	21	1,9	NS
Mortalidad total en lactación (%)	24,5	28,8	2,7	NS
Lechones destetados (n°)	13,0	12,4	0,3	NS
Intervalo destete-cubrición (días)	9,6	7,2	1,7	NS
Cerdas en anestro a los 10 días (%)	11,5a	3,5b	–	*
Intervalo entre partos (días)	154,6	151,1	2,3	NS
Nacidos totales parto siguiente (n°)	14,4	17,2	1,2	NS

ALTO = 1,2 x M, BAJO = 1 x M; EE = error estándar; NS = no significativo ( $P > 0,05$ ); \* =  $P < 0,05$ ; Distinta letra en la misma fila indica diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

$P < 0,05$ ). El número de lechones nacidos en el ciclo reproductivo siguiente fue similar entre grupos (Tabla 2;  $P > 0,05$ ).

#### *Efecto del estado clínico y del ciclo reproductivo de la cerda*

Se observaron 9 cerdas (9,5% del total) con fiebre (temperatura rectal  $> 39,5^{\circ} \text{C}$ ) en algún momento del post-parto (5 cerdas del nivel de alimentación ALTO y 4 cerdas de BAJO). Las cerdas que presentaron fiebre durante el experimento se trataron con el antipirético Flunixin meglumina (Meganyl®, Laboratorios SYVA, León, España) y Enrofloxacin vía intramuscular (Syvaquinol®, Laboratorios SYVA, León, España), a intervalos de 24 horas durante 1-2 días. Los signos clínicos febriles remitieron en un máximo de 3 días. El estado de hipertermia de las cerdas afectó al consumo de pienso ( $4,35 \pm 0,11 \text{ kg/día}$  vs.  $4,93 \pm 0,02 \text{ kg/día}$ , con presencia y ausencia de fiebre, respectivamente,  $P < 0,001$ ), pero no afectó al espesor de grasa dorsal de las cerdas ( $P > 0,05$ ).

El consumo medio de pienso de las cerdas entre el día 90 de gestación y el destete (día 26 de lactación) dependió de su ciclo reproductivo ( $P < 0,01$ ), siendo inferior en cerdas de segundo parto que en las cerdas de tercero y de cuatro o más partos ( $4,55 \pm 0,07 \text{ kg/día}$  vs.  $4,70 \pm 0,07 \text{ kg/día}$ ;  $P < 0,05$ ), mientras que el consumo de las cerdas de primer parto no difirió estadísticamente del resto de ciclos productivos ( $4,64 \pm 0,08 \text{ kg/día}$ ;  $P > 0,05$ ). Durante la lactación, el consumo medio diario fue estadísticamente similar entre ciclos reproductivos ( $6,25, 6,09, 6,31$  y  $6,37 \pm 0,4 \text{ kg/día}$ , en 1°, 2°, 3° y  $\geq 4^{\circ}$  partos, respectivamente;  $P > 0,05$ ).

La evolución de las reservas corporales difirió entre ciclos reproductivos de las cerdas (Figura 3). En el momento del inicio del estudio, las cerdas de primer parto presentaban menor espesor de grasa dorsal que las de tercer parto ( $P < 0,05$ ), pero similar a las de segundo

y cuatro partos o más ( $P > 0,05$ ). En el momento del parto y durante las dos primeras semanas de lactación no hubo diferencias entre ciclos ( $P > 0,05$ ), pero en el momento del destete las cerdas de cuatro ciclos o más mostraron un espesor de grasa dorsal significativamente superior a las cerdas de primer ciclo ( $P < 0,05$ ). Las cerdas de segundo, tercer y cuatro partos o más no presentaron diferencias entre ellas ( $P > 0,05$ ). Las cerdas de cuatro partos o más perdieron menos grasa dorsal durante la lactación en comparación con las de menos partos ( $-2,8 \pm 0,4 \text{ mm}$  vs.  $-4,4 \pm 0,5 \text{ mm}$ ;  $P < 0,05$ ). Por su parte, los parámetros productivos evaluados (lechones nacidos, mortalidad pre-destete, intervalo destete-cubrición, porcentaje de anestros) no difirieron entre ciclos reproductivos de las cerdas ( $P > 0,05$ ). El número de lechones nacidos totales fue de 17,8, 17,9, 20,1 y  $17,9 \pm 0,9$ , mientras el número de lechones destetados fue de 13,2, 12,7, 12,9 y  $12,1 \pm 0,4$  en 1°, 2°, 3° y  $\geq 4^{\circ}$  partos, respectivamente ( $P > 0,05$ ). El intervalo destete-cubrición fue de 7,4, 9,3, 8,7 y  $8,2 \pm 2,3$  días, en 1°, 2°, 3° y  $\geq 4^{\circ}$  partos, respectivamente ( $P > 0,05$ ).

#### Resultados productivos de los lechones

##### *Efecto del nivel de alimentación*

El peso medio al nacimiento y el peso total de la camada no difirió significativamente entre niveles de alimentación pre-parto de las cerdas (Tabla 3;  $P > 0,05$ ), a pesar de que el porcentaje de lechones con peso menor a 1 kg al nacimiento fue inferior en ALTO que en BAJO ( $P < 0,05$ ). La ganancia media diaria de los lechones hasta el destete no se vio afectada por el nivel de alimentación pre-parto de la cerda ( $P > 0,05$ ). Se observó un efecto estadísticamente significativo en la interacción entre el nivel de alimentación pre-parto de la cerda y el estado del lechón después del nacimiento (nacido muerto, vivo hasta el destete o muerto durante la lactación) de forma que los lecho-

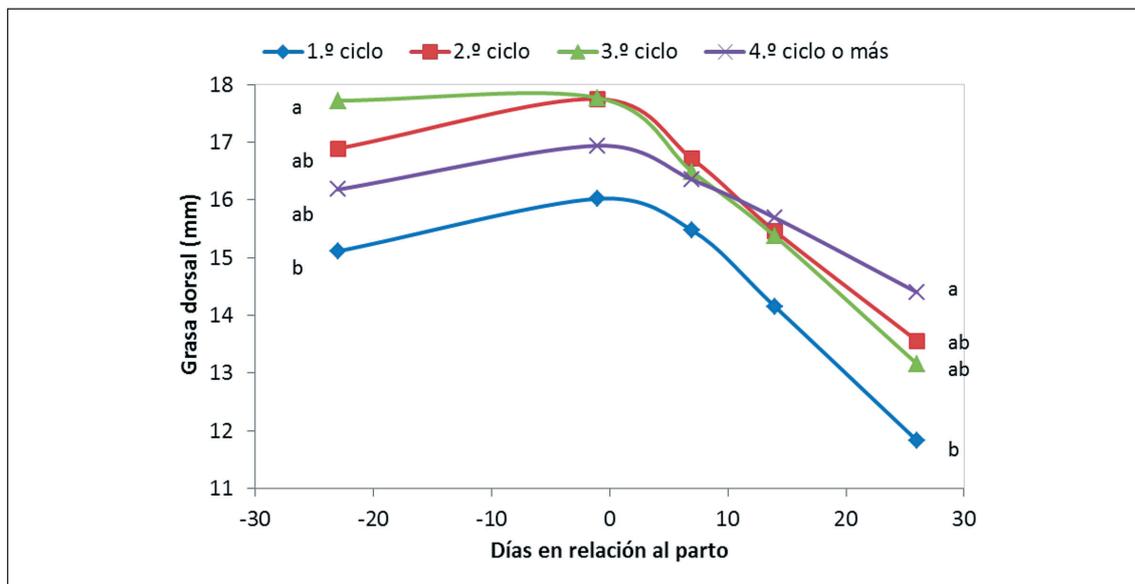


Figura 3. Espesor de grasa dorsal (punto P2) de las cerdas según ciclo reproductivo (1º ciclo, n = 13; 2º ciclo, n = 30; 3º ciclo, n = 25; ≥ 4º ciclo; n = 28). Letra distinta indica diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre ciclos reproductivos en el día -23 pre-parto y 26 post-parto (error estándar promedio = 0,7 mm).

Figure 3. Sows' back-fat thickness (P2 site) according to reproductive cycle (1<sup>st</sup> cycle, n = 13; 2<sup>nd</sup> cycle, n = 30; 3<sup>rd</sup> cycle, n = 25; ≥ 4<sup>th</sup> cycle; n = 28). Different letter indicates significant differences ( $P < 0.05$ ) among reproductive cycles at day -23 pre-partum and day 26 post-partum (pooled standard error = 0.7 mm).

Tabla 3. Parámetros productivos de los lechones según el nivel de alimentación pre-parto de las cerdas  
Table 3. Productive parameters of piglets according to pre-partum feeding level of their dams

	Nivel de alimentación		EE	Nivel de significación
	ALTO	BAJO		
Peso medio al nacimiento (kg) <sup>1</sup>	1,32	1,22	0,04	NS
Peso camada al nacimiento (kg)	22,4	23,0	0,6	NS
Coefficiente de variación de peso al nacimiento intra-camada (%)	23,4	23,4	1,2	NS
Peso al nacimiento < 1 kg (%)	11,2a	13,5b	–	*
Ganancia media diaria (g)	181	178	2,6	NS
Vitalidad al nacer (s)	3,9	4,1	0,1	NS
Camadas con diarrea (%)	7	3	–	NS
Afectaciones por "splayleg" (%)	1	0,9	–	NS

ALTO = 1,2 x M, BAJO = 1 x M; EE = error estándar; NS = no significativo ( $P > 0,05$ ); \* =  $P < 0,05$ ; Distinta letra en la misma fila indica diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup> Incluye peso de lechones vivos y muertos.

nes muertos durante la lactación en el lote ALTO habían mostrado un peso significativamente inferior al nacimiento que los del lote BAJO (Tabla 4;  $P < 0,05$ ). La vitalidad de los le-

chones al nacimiento, el porcentaje de camadas con diarrea y el porcentaje de lechones con "splayleg" no difirieron entre niveles de alimentación pre-parto de las cerdas ( $P > 0,05$ ).

Tabla 4. Peso al nacimiento de los lechones (kg) en función de su estado post-natal  
Table 4. Birth body-weight of piglets (kg) according to their post-natal status

	Nivel de alimentación			Nivel de significación
	ALTO	BAJO	EE	
Vivos hasta el destete	1,37	1,30	0,03	NS
Nacidos muertos	0,97	0,94	0,04	NS
Muertos durante la lactación	0,83a	1,06b	0,06	**

ALTO = 1,2 x M, BAJO = 1 x M; EE = error estándar; NS = no significativo ( $P > 0,05$ ); \*\* =  $P < 0,01$ ; Distinta letra en la misma fila indica diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

#### Efecto del ciclo reproductivo de la cerda

El peso total de la camada difirió entre ciclos reproductivos de las cerdas ( $P < 0,05$ ), siendo superior el peso de la camada en cerdas de tercer parto que en cerdas de primer parto ( $24,7 \pm 0,7$  kg vs.  $20,3 \pm 1,2$  kg;  $P < 0,05$ ). En cambio, los pesos de las camadas de segundo y cuarto o más partos no difirieron estadísticamente del resto ( $23,0 \pm 0,8$  kg;  $P > 0,05$ ).

La proporción de camadas con diarrea difirió entre ciclos productivos de las cerdas (0%, 22,6%, 8,3% y 3,5% en primer, segundo, tercer y cuarto o más partos, respectivamente;  $P < 0,05$ ). El sexo de lechón no tuvo ninguna influencia sobre el peso al nacimiento ( $P > 0,05$ ), independientemente del estado post-natal del lechón (vivo, muerto al parto, muerto durante la lactación). La ganancia media diaria de los lechones durante la lactación no difirió entre ciclos reproductivos de las cerdas (166, 177, 188 y  $186 \pm 7$  g/día, en 1°, 2°, 3° y  $\geq 4$ ° parto, respectivamente;  $P > 0,05$ ).

#### Discusión

##### Efecto del nivel de alimentación

Las explotaciones porcinas con líneas genéticas de elevada prolificidad sufren una importante falta de uniformidad en las camadas, que se manifiesta con una irregular distribución y bajo peso de los lechones al nacimiento. El presente trabajo se planteó con la hipótesis de que un aumento de la ración en el último tercio de gestación de las cerdas, permitiría un aumento de tamaño de los fetos, y daría lugar a un mayor peso de los lechones y una mayor uniformidad de la camada al nacer, sin penalizar los resultados productivos de las cerdas.

El patrón de consumo de pienso de las cerdas después del parto fue similar entre niveles de alimentación pre-parto, con diferencias únicamente significativas en la segunda semana de lactación, donde las cerdas alimentadas con nivel ALTO pre-parto consumieron me-

nos pienso (-0,21 kg/cerda y día) que las de nivel BAJO. En general, un exceso de alimento en la fase de gestación se relaciona con un menor consumo durante la fase de lactación (Quiniou *et al.*, 1998). En este estudio, la diferencia de consumo de pienso durante la lactación fue poco notable, probablemente porque las cerdas alcanzaron el parto con un nivel de grasa dorsal similar entre grupos. En todo caso, el menor consumo de pienso en la segunda semana de lactación en el lote ALTO podría explicar el mayor porcentaje de anestros observado en ese grupo, en comparación con el nivel BAJO, dada la correlación negativa entre energía ingerida durante la lactación y el intervalo destete-celo (Koketsu *et al.*, 1996).

Los resultados mostraron que tanto las cerdas del nivel ALTO como las de nivel BAJO de alimentación aumentaron su espesor de grasa dorsal al final de gestación. Dado que el aumento de energía ofrecida no hizo aumentar el espesor de grasa dorsal en ALTO en comparación con BAJO, sería de esperar que esa energía se hubiera destinado al aumento de peso de la camada al nacimiento, puesto que es la fase donde el feto crece de forma exponencial. Sin embargo, los resultados muestran que este consumo de pienso adicional no hizo aumentar el peso de la camada al nacimiento. Por tanto, una posible hipótesis para explicar la ausencia de diferencias en las reservas corporales al final de la gestación sería la existencia de diferencias en la digestibilidad aparente de la dieta entre niveles de alimentación. En este sentido, se ha observado que al aumentar el plano de alimentación de cerdas gestantes se disminuye la digestibilidad aparente de los nutrientes (Parker y Clawson., 1967; Cerisuelo *et al.*, 2008), aunque las diferencias no siempre son significativas (Miller *et al.*, 2000).

Por otro lado, el incremento del nivel de alimentación pre-parto se asoció con un mayor porcentaje de cerdas desviejadas en el si-

guiente ciclo reproductivo, aunque dicha diferencia no se debió a un incremento del porcentaje de repeticiones o abortos sino a pérdida excesiva y anormal de condición corporal, anestro prolongado, cojera o descargas vaginales purulentas. Cerisuelo *et al.* (2010) observaron que un nivel de alimentación de 2 x M entre el día 45 y 85 de gestación durante 3 ciclos reproductivos consecutivos no redujo la tasa de desvieje de las cerdas pero perjudicó la capacidad lechera de las mismas a largo plazo.

Algunos trabajos de revisión, como el de Campos *et al.* (2012), han sugerido que el incremento del nivel de alimentación al final de la gestación incrementaría marginalmente el peso al nacimiento de los lechones, dado que los efectos positivos no son consistentes entre estudios y, en todo caso, únicamente sería efectiva en cerdas nulíparas. En este trabajo, a pesar de evaluarse inicialmente en el modelo estadístico, no se ha observado interacción entre el efecto del nivel de alimentación y el ciclo reproductivo de las cerdas sobre el peso de la camada, por lo que ambos efectos actuarían de forma independiente.

La uniformidad de peso de la camada (medida como el coeficiente de variación del peso al nacimiento de los lechones en una camada) no se vio afectada por el nivel de alimentación pre-parto de la cerda. En trabajos previos, este parámetro tampoco varió al incrementar el nivel de alimentación (2 vs. 4 kg/día) durante la fase media de gestación (día 45 a 85) (Cerisuelo *et al.*, 2009). El flujo sanguíneo feto-placentario y el aporte de nutrientes de la madre a los fetos determina la uniformidad de peso de la camada (Foxcroft *et al.*, 2006). Posiblemente, para evitar la restricción intrauterina del crecimiento de los fetos es necesaria la suplementación con ciertos nutrientes, como algunos aminoácidos estratégicos para la síntesis proteica (por ejemplo, arginina), aunque sus efectos positivos quedan diluidos en las camadas más

numerosas (Quesnel et al., 2013). Las discrepancias observadas entre estudios que evalúan el efecto del nivel de alimentación pre-parto sobre las características de la camada (Miller et al., 2000; Quiniou., 2005; Campos et al., 2012) radicarían en la magnitud del incremento del nivel de alimentación, que puede ir desde 1,2 x M a 2 x M. Sin embargo, para conseguir el consumo de la fracción adicional de pienso por encima de las necesidades de mantenimiento es necesario que las condiciones ambientales garanticen la neutralidad térmica. En este trabajo, a pesar de que inicialmente se planteó un incremento del nivel de alimentación de aproximadamente 1,5 x M, las elevadas temperaturas del verano no permitieron alcanzar un nivel de ingestión voluntaria de pienso en gestación para proveer ese grado de cobertura de necesidades.

Los lechones muertos durante la lactación procedentes de las cerdas alimentadas con un nivel ALTO presentaron un peso medio al nacimiento de aproximadamente 0,8 kg, con una mortalidad del 16% y, en cambio, con un nivel BAJO, presentaron un peso medio superior a 1 kg, con una mortalidad del 21%. Estos resultados contrastan con los obtenidos por Quiniou et al. (2002), que estimaron unas mortalidades previas al destete de un 29% para los lechones con un peso de entre 0,8 y 1 kg y de un 15% para los lechones de más de 1 kg de peso. Teniendo en cuenta que, según estos mismos autores, más del 50% de la mortalidad pre-destete se produce en los 7 primeros días de vida y que los lechones de bajo peso (<1 kg) no presentan prácticamente ganancia de peso en esos días, los resultados de este trabajo indicarían un efecto protector del incremento del nivel de alimentación pre-parto de las cerdas sobre el rango de peso al nacimiento que determina la supervivencia de los lechones hasta el destete (0,83 vs. 1,06 ± 0,06 kg en ALTO y BAJO, respectivamente; P<0,05), a pesar de que la vitalidad de los mismos el primer día de vida

no difirió entre niveles de alimentación maternos. En la misma línea que en el presente estudio, Baxter et al. (2012) encontraron que los lechones nacidos muertos y los muertos durante la lactación pesaban al nacimiento alrededor de 0,3 kg menos que los que sobrevivían hasta el destete.

Según este estudio, el incremento del nivel de alimentación (+0,7 kg/día) durante 24 días pre-parto presentaría un retorno económico positivo si el valor del lechón destetado supera los 15,5 €/unidad. Este resultado se obtendría a partir de los ingresos derivados de la mayor productividad (+0,6 lechones destetados/parto), menos el sobrecoste de alimentación de las cerdas en gestación (+4,9 €/cerda, asumiendo un coste unitario del pienso de 0,29 €/kg), el ahorro de alimentación en lactación (-0,5 €/cerda, asumiendo un coste unitario del pienso de 0,31 €/kg) y el sobrecoste por el incremento de días no productivos después del destete (+4,8 €/cerda, asumiendo un coste unitario del día no productivo de 2,0 €/cerda). El coste del lechón destetado en 2013 osciló entre 26,2 y 32,3 €/unidad (SIP, 2014), por lo que en este contexto la medida planteada mejoraría la rentabilidad económica de las explotaciones de madres que mantuvieran un diferencial positivo de productividad numérica superior a +0,3 lechones destetados/parto, en comparación con el nivel de alimentación bajo.

#### Efecto del ciclo reproductivo de la cerda

El ciclo reproductivo de la cerda afectó al patrón de consumo global de pienso, a la dinámica de las reservas corporales y al peso de la camada al nacimiento. Las cerdas de segundo parto ingirieron una menor cantidad de pienso pero dieron lugar a camadas de peso similar (peso al nacimiento y ganancia de peso durante la lactación) a las cerdas de un mayor número de partos. Así mismo, las camadas de cerdas de segundo parto sufrie-

ron más frecuentemente diarreas. El síndrome del segundo parto incluye varios signos como retraso en la aparición del celo (> 7 días post-destete), infertilidad y camadas de tamaño inferior al primer ciclo reproductivo (Boulot *et al.*, 2012). En este estudio, aunque el número de lechones nacidos y destetados, así como el intervalo destete-celo, no se diferenciaron entre ciclos de las cerdas, es posible que las reproductoras de segundo parto mostraran un peor estado fisiológico que desencadenó una menor ingestión y mayor vulnerabilidad de sus camadas a procesos digestivos. Sería necesario que las dietas pre-parto tuvieran en cuenta el nivel de reservas corporales de la cerda, que va muy ligado al ciclo reproductivo de ese momento, en vez de establecer la misma ración para todo un lote de producción en el que conviven cerdas con distinto número de parto.

En conclusión, la ingesta de pienso de las cerdas en lactación no dependió del nivel de alimentación pre-parto y éste no afectó a la dinámica de reservas corporales de las cerdas durante el final de gestación y la lactación. El aumento del nivel de alimentación (1,2 x M) entre el día 90 de gestación y el parto no se compensó con un mayor peso de la camada al nacimiento ni en una mejora de su uniformidad o de la ganancia de peso de los lechones durante la lactación. Estos resultados sugieren la necesidad de ajustar la ración durante el final de gestación para no exceder las necesidades teóricas de la cerda durante la época cálida (aproximadamente 2,6 kg/día de un pienso de 2780 kcal EM/kg), y evitar así incrementar los costes de alimentación de la explotación innecesariamente. A pesar de que el porcentaje de lechones muertos durante la lactación fue similar entre grupos, el incremento del nivel de alimentación se tradujo en una concentración de las bajas en los lechones de menor peso al nacimiento.

## Agradecimientos

El primer autor ha disfrutado de una beca de colaboración en departamentos universitarios (curso académico 2012-2013) (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte; BOE N° 190, Sec. III. Pág. 57112-57120).

## Bibliografía

- Baxter EM, Jarvis S, Palarea-Albaladejo J, Edwards SA (2012). The Weaker Sex? The Propensity for Male-Biased Piglet Mortality. *PLoS ONE* 7(1): e30318.
- BDPorc (2013a). Sistema electrónico de acceso al Banco de Datos de Referencia del Porcino Español. Disponible en <http://www.bdporc.irta.es/> (Septiembre 2013).
- BDPorc (2013b). Premios Porc d'Or. Disponible en <http://www.bdporc.irta.es/porcdor.jsp> (Septiembre 2013).
- Boulot S, Després Y, Badouard B, Sallé E (2012). Characterization of "second parity syndrome" profiles and associated risk factors in French sow herds. *Proceedings of the 4th European Symposium of Porcine Health Management 2012*.
- Boulot S, Badouard B (2010). L'hyperprolificité a-t-elle des conséquences défavorables sur les résultats techniques et économiques des troupeaux de truies français? *Journées de la Recherche Porcine* 48: 47-48.
- Campos PHRF, Silva BAN, Donzele JL, Oliveira RFM, Knol EF (2012). Effects of sow nutrition during gestation on within-litter birth weight variation: a review. *Animal* 6(5): 797-806.
- Cerisuelo A, Sala R, Gasa J, Chapinal N, Carrión D, Coma J, Baucells MD (2008). Effects of extra feeding during mid-pregnancy on gilts productive and reproductive performance. *Spanish Journal of Agricultural Research* 6(2): 219-229.
- Cerisuelo A, Baucells MD, Gasa J, Coma J, Carrión D, Chapinal N, Sala R (2009). Increased sow nutrition during midgestation affects muscle fiber development and meat quality, with no consequences on growth performance. *Journal of Animal Science* 87: 729-739.

- Cerisuelo A, Sala R, Gasa J, Carrión D, Coma J, Chapin N, Baucells, MD (2010). Effects of extra feeding in mid-pregnancy for three successive parities on lean sows' productive performance and longevity. *Canadian Journal of Animal Science* 90: 521-528.
- Dourmad JY (1991). Effect of feeding level in the gilt during pregnancy on voluntary feed intake during lactation and changes in body composition during gestation and lactation. *Livestock Production Science* 27: 309-319.
- FEDNA (2006). Necesidades nutricionales para ganado porcino (Editores De Blas C, Gasa J, Mateos GG). FEDNA; Madrid, España. 60 pp.
- FEDNA (2010). Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos (3ª edición), (Editores De Blas C, Mateos GG, García-Rebollar P), Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid. 502 pp.
- Foxcroft GR, Dixon WT, Novak S, Putman CT, Town SC, Vinsky MD (2006). The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs. *Journal of Animal Science* 84 (Suppl.): E105-E112.
- Koketsu Y, Dial GD, Pettigrew JE, King VL (1996). The influence of nutrient intake on biological measures of breeding herd productivity. *Swine Health and Production* 4(2): 85-94.
- Miller HM, Foxcroft GR, Aherne, FX (2000). Increasing food intake in late gestation improved sow condition throughout lactation but did not affect piglet viability or growth rate. *Animal Science* 71: 141-148.
- Moeller SJ, Goodwin RN, Johnson RK, Mabry JW, Baas TJ, Robison OW (2004). The National Pork Producers Council Maternal Line National Genetic Evaluation Program: A comparison of six maternal genetic lines for female productivity measures over four parities. *Journal of Animal Science* 82: 41-53.
- Parker JW, Clawson AJ (1967). Influence of level of total feed intake on digestibility, rate of passage and energetic efficiency of reproduction in swine. *Journal of Animal Science* 26: 485-489.
- Quesnel H, Brossard L, Valancogne A, Quiniou N (2008). Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet birth weight. *Animal* 2(12): 1842-1849.
- Quesnel H, Quiniou N, Roy H, Lottin A, Boulot S, Gondret F (2013). Effects of dextrose and L-arginine in sow diet on litter heterogeneity at birth. *Book of Abstracts of the 64th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science (EAAP)*, pp. 203.
- Quiniou N, Dagorn J, Gaudre D (2002). Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. *Livestock Production Science* 78: 63-70.
- Quiniou N, Dourmad JY, Noblet J (1998). Facteurs de variation de l'appétit des truies en lactation. *INRA Productions Animales* 11: 247-250.
- Quiniou N (2005). Influence de la quantité d'aliment allouée à la truie en fin de gestation sur le déroulement de la mise bas, la vitalité des porcelets et les performances de lactation. *Journées de la Recherche Porcine* 37: 187-194.
- Reynolds LP, Redmer DA (2001). Angiogenesis in the placenta. *Biology of Reproduction* 64: 1033-1040.
- SIP (2014). Informe consolidado 2013 (1º Semestre) España. SIP Consultors, Gestión Económica para Empresas Ganaderas. Disponible en <http://www.sipconsultors.com/> (Febrero 2014).

(Aceptado para publicación el 7 de febrero de 2014)