

## NECESIDADES EN ENERGÍA NETA Y LISINA EN CERDOS EN CRECIMIENTO-CEBO. ESTUDIO COOPERATIVO EN GRANJAS COMERCIALES ESPAÑOLAS

L. Cámara<sup>a</sup>, M. P. Serrano<sup>a</sup>, J. D. Berrocoso<sup>a</sup>, J. I. Morales<sup>b</sup>, J. P. López<sup>b</sup>, A. López<sup>c</sup>,  
F. Ortín<sup>c</sup>, E. Alcázar<sup>d</sup>, J. L. Sánchez<sup>d</sup>, J. Coma<sup>e</sup>, C. Carrasco<sup>f</sup>, J. Peinado<sup>f</sup>, y G. G. Mateos<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid.

<sup>b</sup>COPISO, S.A., Soria. <sup>c</sup>Piensos Jiménez, S.L., Murcia.

<sup>d</sup>Sat Vallehermoso, S.A., Ciudad Real. <sup>e</sup>Vall Companys, Lleida

<sup>f</sup>Imasde Agroalimentaria S. L., Madrid

### 1.- INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos en la producción de cerdos destinados a productos curados es conseguir una mayor deposición de magro en la canal sin que la cantidad de grasa de se vea afectada. Factores como peso al sacrificio, genética y sexo de los cerdos influyen en la deposición de proteína. Además, temperatura ambiental, condiciones de manejo y estado sanitario de los animales deben ser tenidos en cuenta (Baker, 1986; Friesen et al., 1994; Williams et al., 1997; Schneider et al., 2010). Un factor clave a considerar es la alimentación, debiéndose prestar especial atención a la concentración energética y en lisina (Lys) digestible de los piensos, según edad del cerdo.

El efecto de la concentración energética de la dieta sobre los rendimientos productivos de los cerdos en cebo es un tema de debate. En general, al aumentar la concentración energética del pienso mejora el índice de conversión (Smith et al., 1999) y aumenta la deposición de grasa dorsal e intramuscular (Liu et al., 2007). Sin embargo, los efectos de la concentración en energía neta (EN) del pienso sobre la ganancia media diaria (GMD) y la eficiencia energética son más inconsistentes (Quiniou y Noblet, 2011; Coca et al., 2012). Chiba et al. (1991) observaron que el consumo energético y el crecimiento del cerdo entre 20 y 50 kg no variaron al aumentar la energía digestible (ED) de la dieta. Asimismo, Patience et al. (2006) estudiaron el efecto de elevar la ED de la dieta de 3,09 a 3,57 Mcal/kg en cerdos en crecimiento-cebo y observaron que el consumo de pienso (CMD) disminuyó y el índice de conversión (IC) mejoró, a medida que aumentaba la concentración energética sin que la GMD se viera afectada. Sin embargo, Kerr et al. (2003) observaron que al incrementar la EN del pienso suministrado a cerdos de 25,3 a 41,0 kg PV aumentó la GMD y mejoró la eficiencia alimenticia, sin que el consumo de pienso se viera afectado.

Las necesidades de Lys en cerdos destinados para la venta en fresco han sido estudiadas con cierto detalle (NRC, 1998, 2012; Fedna, 2006; BSAS (2003); Main et al., 2008). Sin embargo, la información existente sobre las necesidades para lograr canales con óptimos porcentajes de grasa a nivel intramuscular y del músculo *Gluteus medius* en cerdos destinados a la producción de productos curados, es más limitada (Beaulieu et al., 2009). El problema de conocer mejor las necesidades del animal ha aumentado en los últimos años debido a los cambios genéticos que han tenido lugar en el sector porcino con el fin de mejorar la productividad. De hecho, una mejora de la eficiencia energética penaliza en muchos casos de forma excesiva el contenido graso de las partes nobles (Blanchard et al., 1999; Latorre et al., 2003a,b, 2004) lo que puede afectar a la calidad de los productos curados. En el cerdo sacrificado a pesos elevados, un déficit de Lys conlleva un menor crecimiento, mientras que el exceso puede dar lugar a canales con menor contenido en grasa dorsal e intramuscular, lo que puede ser perjudicial para la calidad de los productos curados.

En este programa de investigación se realizaron un total de seis ensayos para determinar la concentración en energía neta y lisina óptima en piensos de crecimiento-cebo para cerdos destinados a la producción de productos curados en condiciones comerciales.

## 2.- EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ENERGÍA NETA DEL PIENSO

Para el estudio de la concentración de EN sobre los rendimientos productivos se llevaron a cabo tres ensayos, en tres granjas comerciales, pertenecientes a distintas integraciones.

En el primer ensayo se utilizaron un total de 540 cerdos cruce de hembras Gene+ (hembras Large White x Large White cruzadas con Duroc) con macho PIC 410 de 72 a 188 días de edad (28,5 a 117,3 kg PV). El programa de alimentación consistió en cinco piensos experimentales basados en cereales (mayoritariamente cebada) y harina de soja suministrados *ad-libitum* en forma de harina. El contenido en proteína bruta (PB), aminoácidos y macrominerales de los piensos disminuyó con la edad del animal a fin de ajustarse a las necesidades del mismo. Se estudiaron cinco periodos (72 a 90, 90 a 126, 126 a 143, 143 a 168 y 168 a 188 días de edad) y para cada periodo, la principal diferencia entre tratamientos fue el contenido en EN de los piensos que varió entre 2,29 y 2,45 Mcal EN/kg. La relación Lys digestible:EN se mantuvo constante y para el resto de aminoácidos indispensables se siguió el criterio de proteína ideal (Fedna, 2006). Para la fabricación de los piensos se formularon las dos dietas extremas en EN con la misma relación Lysd:EN para cada periodo y a partir de las mismas y mediante mezcla a diferentes porcentajes, se obtuvieron los diferentes piensos experimentales. Se utilizó un diseño completamente al azar con 15 tratamientos agrupados factorialmente con cinco niveles de EN (2,29; 2,33; 2,37; 2,41 y 2,45 Mcal/kg) y tres sexos (hembra entera, macho entero y macho inmunocastrado). El número de réplicas fue de 9 para la concentración energética y la unidad experimental fue la cuadra con 12 cerdos. Se estudiaron los efectos principales y su interacción. La interacción no fue significativa para ninguno de los parámetros estudiados y sólo se presentan los resultados del efecto principal de la EN.

Al final de la prueba (28,5 a 117,3 kg PV), la GMD y el consumo energético (CMDE) aumentaron y el IC mejoró linealmente al incrementar la EN del pienso (Cuadro 1). No se vio efecto alguno de la concentración energética sobre el consumo medio diario (CMD) ni sobre la eficiencia energética, entendiéndose ésta última como la relación entre el consumo energético diario (EN pienso, Mcal x CMD, Kg) y la ganancia media diaria (Kg).

En este ensayo se estudió también el efecto de la concentración energética del pienso sobre el espesor graso dorsal medido entre la 3ª y 4ª últimas costillas y se observó que la grasa dorsal aumentaba linealmente con la concentración energética del pienso (datos no mostrados).

**Cuadro 1.- Efecto de la concentración energética del pienso sobre los rendimientos productivos de 72 a 188 días de edad (28,5 a 117,3 kg PV)<sup>1</sup>.**

	Energía neta, Mcal/kg					EEM (n=9) <sup>2</sup>	Probabilidad L <sup>3</sup>
	2,29	2,33	2,37	2,41	2,45		
PV a 72 d de edad, kg	28,5	28,4	28,5	28,5	28,4	0,112	0,230
PV a 188 d de edad, kg	116,1	115,9	117,4	118,3	118,7	3,618	0,052
CMD <sup>4</sup> , kg/d	2,02	1,99	2,00	1,96	1,98	0,0975	0,316
GMD <sup>5</sup> , kg/d	0,756	0,758	0,773	0,776	0,779	0,0288	0,046
IC <sup>6</sup>	2,67	2,63	2,58	2,53	2,54	0,0269	< 0,001
CMDE <sup>7</sup> , Mcal/d	4,621	4,636	4,736	4,739	4,850	0,230	0,027
ECR <sup>8</sup>	6,12	6,12	6,12	6,11	6,23	0,0643	0,284

<sup>1</sup>Peso vivo; <sup>2</sup>12 cerdos por cuadra; <sup>3</sup>Efecto lineal de la concentración de energía neta del pienso; No hubo efecto cuadrático para ninguna de las variables estudiadas; <sup>4</sup>Consumo medio diario, kg; <sup>5</sup>Ganancia media diaria, kg; <sup>6</sup>Índice de conversión; <sup>7</sup>Consumo medio diario energético, Mcal; <sup>8</sup>Mcal CMDE/ kg GMD.

En el segundo ensayo se utilizaron 480 animales, la mitad de la línea genética PIC L62 y la otra mitad Pietrain, de 95 a 133 días de edad (48,0 a 104,0 kg PV). El programa de alimentación consistió en cuatro piensos experimentales (2,35, 2,40, 2,45 y 2,50 Mcal/kg) basados en cereales y harina de soja suministrados *ad-libitum* en forma de gránulo. Al igual que en el ensayo anterior la proteína bruta, los aminoácidos y los macrominerales fueron disminuyendo con la edad para ajustarse a las necesidades de los animales. De 57 a 95 días de edad todos los animales recibieron un pienso comercial con 2,45 Mcal EN/kg. El ensayo comenzó a los 95 días de edad y se dividió en dos periodos (95 a 133 y 133 a 160 días de edad). Para cada periodo, el contenido en EN de los piensos varió entre 2,35 y 2,50 Mcal EN/kg. La relación Lys digestible:EN se mantuvo constante en cada periodo y para el resto de aminoácidos indispensables se siguió el criterio de proteína ideal (Fedna, 2006). Para la fabricación de los piensos se formularon las dos dietas extremas en EN con la misma relación Lys digestible:EN para cada periodo y a partir de las mismas y mediante mezcla a diferentes porcentajes, se obtuvieron los diferentes piensos experimentales. Se utilizó un diseño completamente al azar con 16 tratamientos agrupados factorialmente con cuatro niveles de EN (2,35, 2,40, 2,45 y 2,50 Mcal/kg) y dos sexos (hembra entera y macho entero) y dos líneas genéticas (PIC L62 y Pietrain). Se estudiaron los efectos principales y sus interacciones. El número de réplicas para la concentración energética fue 12 y la unidad experimental fue la cuadra con 10 cerdos. Las interacciones no fueron significativas para ninguno de los parámetros estudiados y sólo se presentan los resultados del efecto principal de la EN. Se observó que a medida que aumentaba la concentración energética del pienso

disminuyó linealmente el CMD, el IC y la eficiencia energética (Cuadro 2). Sin embargo, la concentración de energía neta del pienso no afectó ni a la GMD ni el CMDE.

**Cuadro 2.- Efecto de la concentración de energía neta del pienso sobre los rendimientos productivos de 95 a 160 días de edad (48,0 a 104,0 kg PV<sup>1</sup>).**

	Energía neta, Mcal/kg				EEM (n=12) <sup>2</sup>	Probabilidad L <sup>3</sup>
	2,35	2,40	2,45	2,50		
PV a 95 d de edad, kg	25,6	25,6	25,6	25,5	0,049	0,240
PV a 160 d de edad, kg	103,1	102,3	102,9	103,5	0,910	0,672
CMD <sup>4</sup> , kg/d	2,12	2,04	2,04	1,96	0,023	< 0,001
GMD <sup>5</sup> , kg/d	0,854	0,846	0,866	0,865	0,011	0,295
IC <sup>6</sup>	2,49	2,42	2,36	2,27	0,025	< 0,001
CMDE <sup>7</sup> , Mcal/d	4,987	4,901	5,006	4,894	0,055	0,482
ECR <sup>8</sup>	5,85	5,81	5,78	5,67	0,061	0,046

<sup>1</sup>Peso vivo; <sup>2</sup>10 cerdos por cuadra; <sup>3</sup>Efecto lineal de la concentración de energía neta del pienso. No hubo efecto cuadrático para ninguna de las variables estudiadas; <sup>4</sup>Consumo medio diario, kg; <sup>5</sup>Ganancia media diaria, kg; <sup>6</sup>Índice de conversión; <sup>7</sup>Consumo medio diario energético, Mcal; <sup>8</sup>Mcal CMDE/ kg GMD

En el tercer ensayo se estudió el efecto de la energía neta del pienso sobre los rendimientos productivos en 256 cerdos, cruce de hembras Landrace x Large White con macho Danbred de 70 a 189 días de edad (23,5 a 123,7 kg PV). El programa de alimentación consistió en cuatro piensos experimentales basados en cereales y harinas de soja suministrados *ad-libitum* en forma de harina. Al igual que en los dos ensayos anteriores se disminuyó el contenido de proteína bruta, aminoácidos y macrominerales con la edad para ajustarse mejor a las necesidades de los animales. Se estudiaron tres periodos (70 a 88, 88 a 135, 135 a 189 días de edad) y para cada periodo el contenido de EN varió entre 2,43 y 2,55 Mcal/kg. La relación Lys digestible:EN se mantuvo constante en cada periodo y para el resto de aminoácidos indispensables se siguió el criterio de proteína ideal (Fedna, 2006). Para la fabricación de los piensos se formularon las dos dietas extremas en EN con la misma relación Lysd:EN y a partir de las mismas y mediante mezcla a diferentes porcentajes, se obtuvieron los diferentes piensos experimentales. Se utilizó un diseño completamente al azar con 8 tratamientos agrupados factorialmente con cuatro niveles de EN (2,43, 2,47, 2,51 y 2,55 Mcal/kg) y dos sexos (hembra entera y hembra inmunocastrada). Se estudiaron los efectos principales y su interacción. El número de réplicas para la concentración energética fue de 8 y la unidad experimental fue la cuadra con 8 cerdos. La interacción no fue significativa para ninguno de los parámetros estudiados y sólo se presentan los resultados del efecto principal de la EN.

El consumo energético y la eficiencia energética aumentaron linealmente con la concentración energética del pienso (Cuadro 3). Sin embargo, la concentración del pienso no influyó sobre la ganancia de peso, el consumo de pienso o el IC.

**Cuadro 3.- Efecto de la concentración de energía neta del pienso sobre los rendimientos productivos de 70 a 189 días de edad (23,5 a 123,7 kg PV<sup>1</sup>)**

	Energía neta, Mcal/kg				EEM (n=8) <sup>2</sup>	Probabilidad	
	2,43	2,47	2,51	2,55		L <sup>3</sup>	Q <sup>4</sup>
PV a 70 d de edad, kg	23,5	23,5	23,6	23,6	0,058	0,498	0,304
PV a 189 d de edad, kg	125,5	122,7	123,6	126,3	1,56	0,047	0,784
CMD <sup>5</sup> , kg/d	2,27	2,30	2,26	2,31	0,0474	0,704	0,774
GMD <sup>6</sup> , kg/d	0,900	0,881	0,886	0,905	0,0155	0,770	0,228
IC <sup>7</sup>	2,53	2,61	2,56	2,55	0,0404	0,940	0,309
CMDE <sup>8</sup> , Mcal/d	5,52	5,67	5,68	5,89	0,1190	0,045	0,779
ECR <sup>9</sup>	6,14	6,44	6,41	6,51	0,1012	0,028	0,031

<sup>1</sup>Peso vivo; <sup>2</sup>8 cerdos por cuadra; <sup>3</sup>Efecto lineal de la concentración de energía neta del pienso; <sup>4</sup>Efecto cuadrático de la concentración de energía neta del pienso; <sup>5</sup>Consumo medio diario, kg; <sup>6</sup>Ganancia media diaria, kg; <sup>7</sup>Índice de conversión; <sup>8</sup>Consumo medio diario energético, Mcal; <sup>9</sup>Mcal CMDE/ kg GMD.

Tras la realización de los estos tres ensayos se observó que el consumo de pienso disminuyó al aumentar la concentración energética en sólo uno de los ensayos. Un aumento de la concentración energética de 2,29 a 2,37 Mcal EN/kg mejoró linealmente el crecimiento, pero incrementos superiores a 2,37 Mcal EN/kg no afectaron al crecimiento. El uso de piensos con una concentración energética superior a 2,45 Mcal EN/kg no presenta mejoras ni en el IC ni en la eficacia energética. Sin embargo, al incrementar la concentración energética por encima de 2,43 Mcal EN/kg se produjo un incremento del consumo energético diario de forma lineal. La calidad de la canal no se vio afectada por la concentración energética del pienso. Sin embargo, la grasa dorsal aumentó linealmente en uno de los ensayos a medida que aumentaba la concentración energética.

### 3.- EFECTO DEL NIVEL DE LISINA DIGESTIBLE EN EL PIENSO SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS

Se llevaron a cabo tres ensayos para estudiar el efecto del nivel de Lys digestible en tres granjas comerciales diferentes. Todos los piensos experimentales estuvieron basados en cereales y harina de soja suministradas *ad-libitum* en forma de harina. La concentración energética varió entre ensayos pero dentro de cada ensayo la energía neta del pienso se mantuvo constante desde el inicio hasta el final del mismo. El porcentaje de inclusión de

Lys digestible fue disminuyendo en cada periodo y de aminoácidos se suministró el resto según el criterio de proteína ideal.

En el primer ensayo se utilizaron un total de 432 cerdos cruce de hembras Landrace x Large White con macho PIC 410 de 69 a 179 días de edad (23,3 a 115,4 kg PV). El programa de alimentación consistió en cuatro periodos y tres piensos experimentales en cada uno de los periodos productivos considerados. Para la fabricación de estos piensos se formularon las dos dietas extremas que fueron isoenergéticas (2,44 Mcal EN/kg) y a partir de las mismas mediante mezcla se obtuvieron los tres piensos experimentales. Se estudiaron cuatro periodos (69 a 88, 88 a 112, 112 a 144 y 144 a 179 días de edad). El porcentaje de inclusión de Lys digestible del pienso control para los distintos periodos se muestra en el cuadro 4.

**Cuadro 4.- Contenido en lisina digestible (%) de los piensos experimentales según periodo de cebo.**

Peso Vivo, kg	Lisina digestible <sup>1</sup> , %		
	- 8%	Control	+ 8%
23 a 38	0,92	1,00	1,08
38 a 58	0,80	0,87	0,94
58 a 87	0,67	0,73	0,79
87 a 115	0,59	0,64	0,69

<sup>1</sup> Resto de aminoácidos según criterio de proteína ideal (Fedna, 2006)

Se utilizó un diseño completamente al azar con 12 tratamientos agrupados factorialmente con tres niveles de Lys digestible (-8%, control y +8%), dos sexos (hembra entera y macho castrado) y dos densidades de cría (0,69 y 0,82 m<sup>2</sup>/cerdo). Se estudiaron los efectos principales y sus interacciones. El número de réplicas para el porcentaje de inclusión de Lys digestible fue de 12 y la unidad experimental fue la cuadra con 11 ó 13 cerdos dependiendo de la densidad de cría. Las interacciones no fueron significativas para ninguno de los parámetros estudiados y sólo se presentan los resultados del efecto principal del porcentaje de inclusión de Lys digestible en el pienso. Los resultados globales del ensayo (23,3 a 115,4 kg PV) se muestran en el cuadro 5. Los cerdos que consumieron el pienso con mayor porcentaje de inclusión de Lys digestible presentaron mayor GMD y mejor IC que aquellos que consumieron los piensos con el nivel bajo de Lys, presentando resultados intermedios los cerdos que consumieron el pienso control. Sin embargo, el consumo medio diario no se vio afectada por el porcentaje de inclusión de Lys digestible en el pienso.

**Cuadro 5.- Efecto del nivel de lisina digestible del pienso sobre los rendimientos productivos en cerdos de 69 a 179 días de edad (23,3 a 115,4 kg PV<sup>1</sup>).**

	Lisina digestible <sup>2</sup>			EEM (n=12)	Probabilidad
	- 8%	Control	+ 8%		
PV 69 d de edad, kg	23,3	23,3	23,3	0,025	0,765
PV a 179 d de edad, kg	114,3	115,3	116,6	0,677	0,056
CMD <sup>3</sup> , kg/d	2,28	2,29	2,28	0,020	0,968
GMD <sup>4</sup> , kg/d	0,827 <sup>b</sup>	0,838 <sup>ab</sup>	0,848 <sup>a</sup>	0,006	0,038
IC <sup>5</sup>	2,76 <sup>a</sup>	2,73 <sup>ab</sup>	2,69 <sup>b</sup>	0,015	0,004

<sup>1</sup>Peso vivo, <sup>2</sup>Porcentaje de inclusión de Lys digestible en el pienso control: 1,00, 0,87, 0,73 y 0,64% entre 23 y 38 kg, 38 y 58 kg, 58 y 87 kg, y 87 y 115 kg de PV, respectivamente. El resto de aminoácidos según el criterio de proteína ideal; <sup>3</sup>Consumo medio diario, kg; <sup>4</sup>Ganancia media diaria, kg; <sup>5</sup>Índice de conversión  
<sup>a-b</sup> Medias con diferente superíndice indican diferencias significativas.

En el segundo ensayo se estudiaron las necesidades de Lys digestible utilizando un total de 540 cerdos cruce de hembras Gene+ (hembras Large White x Large White cruzadas con Duroc) con macho PIC 410 de 72 a 161 días de edad (28,9 a 113,5 kg PV). El programa de alimentación consistió en cinco piensos experimentales. Para la fabricación de estos piensos se formularon las dos dietas extremas que fueron isoenergéticas (2,425 Mcal EN/kg) y a partir de las mismas mediante mezcla en distintos porcentajes se obtuvieron los cinco piensos experimentales. Se estudiaron cuatro periodos (72 a 92, 92 a 113, 113 a 134 y 134 a 161 días de edad). El porcentaje de inclusión de Lys digestible del pienso control para los distintos periodos se muestra en el cuadro 6.

**Cuadro 6.- Contenido en lisina digestible (%) de los piensos experimentales según periodo de cebo<sup>1</sup>.**

Peso Vivo, kg	Lisina digestible <sup>1</sup>				
	-6%	-12%	Control	+6%	+12%
29 a 49	0,96	0,89	1,02	1,08	1,14
49 a 69	0,80	0,75	0,86	0,91	0,96
69 a 89	0,70	0,66	0,75	0,80	0,84
89 a 114	0,65	0,61	0,70	0,74	0,78

<sup>1</sup>Resto de aminoácidos según criterio de proteína ideal (Fedna, 2006)



Se utilizó un diseño completamente al azar con 15 tratamientos agrupados factorialmente con cinco niveles de Lys digestible (-12%, -6%, control, +6% y +12%), tres sexos (hembra entera, macho entero y macho inmunocastrado). Se estudiaron los efectos principales y su interacción. El número de réplicas para el porcentaje de inclusión de Lys digestible fue 9 y la unidad experimental fue la cuadra con 12 cerdos. La interacción no fue significativa para ninguno de los parámetros estudiados y sólo se presentan los resultados del efecto principal del porcentaje de inclusión de Lys digestible en el pienso. La GMD tendió a aumentar linealmente y el IC mejoró linealmente al aumentar el nivel de inclusión de Lys digestible (Cuadro 7), pero el consumo de pienso no se vio afectado. Debido al mayor crecimiento de los cerdos, el peso al final del cebo aumentó de forma lineal con el porcentaje de inclusión de Lys en el pienso.

**Cuadro 7.- Efecto del porcentaje de inclusión de lisina digestible sobre los rendimientos productivos de 72 a 161 días de edad (28,9 a 113,5 kg PV<sup>1</sup>).**

	Lisina digestible <sup>2</sup>					EEM (n=9) <sup>3</sup>	Probabilidad L <sup>4</sup>
	-12%	-6%	Control	+6%	+12%		
PV a 72 d de edad, kg	28,9	28,8	29,0	28,9	28,9	0,055	0,426
PV a 161 d de edad, kg	111,1	112,9	114,9	113,8	115,0	0,923	0,028
CMD <sup>5</sup> , kg/d	2,430	2,373	2,388	2,354	2,336	0,0319	0,167
GMD <sup>6</sup> , kg/d	0,927	0,946	0,965	0,952	0,966	0,0104	0,067
IC <sup>7</sup>	2,62	2,51	2,48	2,47	2,42	0,0240	<0,001

<sup>1</sup>Peso vivo; <sup>2</sup>Porcentaje de inclusión de Lys digestible en el pienso control: 1,02, 0,86, 0,75 y 0,65% entre 29 y 49 kg, 49 y 69 kg, 69 y 89 kg, y 89 y 114 kg de PV, respectivamente. El resto de aminoácidos según el criterio de proteína ideal; <sup>3</sup>12 cerdos por cuadra; <sup>4</sup>Efecto lineal del contenido de Lys digestible en el pienso; <sup>5</sup>Consumo medio diario, kg; <sup>6</sup>Ganancia media diaria, kg; <sup>7</sup>Índice de conversión.

En el tercer ensayo se utilizaron un total de 320 cerdos cruce de hembras Landrace x Large White con macho Danbred de 70 a 185 días de edad (20,1 a 117,9 kg PV). El programa de alimentación consistió en cinco piensos experimentales. Se fabricaron las dietas extremas que fueron isoenergéticas (2,47 mcal EN/kg) y a partir de las mismas y por mezcla en diferentes porcentajes se obtuvieron los cinco piensos experimentales. Se estudiaron cinco periodos (70 a 89, 89 a 112, 112 a 140, 140 a 161 y 161 a 185 días de edad). El nivel de inclusión de Lys digestible en el pienso control se muestra en el cuadro 8. Se utilizó un diseño completamente al azar con 10 tratamientos agrupados factorialmente con cinco niveles de Lys digestible (-10%, -5%, control, +5% y +10%), dos sexos (hembra entera y hembra inmunocastrada). Se estudiaron los efectos principales y su interacción. El número de réplicas para el porcentaje de inclusión de Lys digestible fue de

8 y la unidad experimental fue la cuadra con 8 cerdos. La interacción no fue significativa para ninguno de los parámetros estudiados y sólo se presentan los resultados del efecto principal del porcentaje de inclusión de Lys digestible en el pienso.

**Cuadro 8.- Contenido en lisina digestible (%) de los piensos experimentales según periodo de cebo.**

Peso Vivo, kg	Lisina digestible <sup>1</sup>				
	-10%	-5%	Control	+5%	+10%
20 a 32	0,91	0,96	1,01	1,06	1,11
32 a 72	0,86	0,90	0,95	1,00	1,05
72 a 118	0,74	0,78	0,82	0,86	0,91

<sup>1</sup>El resto de aminoácidos siguieron el concepto de proteína ideal (Fedna, 2006).

El nivel de inclusión de Lys digestible del pienso no tuvo efecto sobre ninguno de los parámetros estudiados (Cuadro 9). En este ensayo, el nivel de inclusión de Lys digestible fue similar al de los otros dos ensayos realizados en el primer periodo estudiado pero en los dos periodos posteriores el nivel de inclusión fue superior que en los otros ensayos.

**Cuadro 9.- Efecto del porcentaje de inclusión de lisina digestible sobre los rendimientos productivos de 70 a 185 días de edad (20,1 a 117,9 kg PV<sup>1</sup>).**

Variables	Lisina digestible <sup>2</sup>					EEM (n=8) <sup>3</sup>	Probabilidad	
	-10%	-5%	Control	+5%	+10%		L <sup>4</sup>	Q <sup>5</sup>
PV a 70 d de edad, kg	20,4	20,1	20,0	20,2	20,1	0,11	0,181	0,079
PV a 185 d de edad, kg	117,6	118,9	118,2	118,3	116,7	1,40	0,578	0,359
CMD <sup>6</sup> , kg/d	2,07	2,10	2,07	2,06	2,03	0,0257	0,150	0,265
GMD <sup>7</sup> , kg/d	0,846	0,860	0,854	0,853	0,840	0,012	0,655	0,293
IC <sup>8</sup>	2,44	2,45	2,42	2,42	2,42	0,0352	0,450	0,904

<sup>1</sup>Peso vivo; <sup>2</sup>Porcentaje de inclusión de Lys digestible en el pienso control: 1,01, 0,951 y 0,823% entre 20 y 32 kg, 32 y 72 kg y 72 y 118 kg, respectivamente. El resto de aminoácidos según el criterio de proteína ideal; <sup>3</sup>8 cerdos por cuadra; <sup>4</sup>Efecto lineal del contenido de Lys digestible en el pienso; <sup>5</sup>Efecto cuadrático del contenido de Lys digestible en el pienso; <sup>6</sup>Consumo medio diario, kg; <sup>7</sup>Ganancia media diaria, kg; <sup>8</sup>Índice de conversión.

La utilización de piensos con una concentración energética constante a lo largo de todo el cebo entorno a 2,43 Mcal EN/kg y con un porcentaje de inclusión de lisina digestible entorno a 1,01, 0,86, 0,74 y 0,67 de 20 a 45, 45 a 65, 65 a 90 y 90 a 115 kg PV, respectivamente, o un incremento de este porcentaje de inclusión hasta un 6% mejora el crecimiento y el índice de conversión linealmente. La utilización de piensos con un porcentaje de lisina digestible superior no mejoró los rendimientos productivos. El porcentaje de inclusión de lisina digestible en el pienso no afectó a la calidad de la canal.

#### 4.- CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de los presentes ensayos realizados en cuatro granjas comerciales españolas y con los tipos genéticos y condiciones de manejo indicados se concluye:

- Un aumento de la concentración de energía del pienso de 2,29 a 2,37 Mcal EN/kg podría mejorar la ganancia media diaria, pero un incremento extra por encima de 2,37 Mcal/kg no tuvo efecto alguno. El consumo energético diario aumenta linealmente con la concentración de energía neta del pienso y el índice de conversión mejora linealmente con la concentración energética.
- La utilización de piensos con un porcentaje de lisina digestible entorno a 1,01; 0,86; 0,74 y 0,67 de 20 a 45, 45 a 65, 65 a 90 y 90 a 115 kg PV ó un incremento de este porcentaje de inclusión hasta en un 8% en piensos con 2,43 Mcal EN/kg podría mejorar la ganancia media diaria y el índice de conversión.

#### 5.- REFERENCIAS

- BAKER, D.H. (1986) *J. Nutr.* 116, 2339-2349.
- BEAULIEU, A.D., WILLIAMS, N.H. y PATIENCE, J.F. (2009) *J. Anim. Sci.* 87, 965-976.
- BLANCHARD, P.J., WARKUP, C.C., ELLIS, M., WILLIS, M.B. y AVERY, P. (1999) *Anim. Sci.* 68, 495-501.
- BSAS (2003) *British Society of Animal Science. Nutrient Requirement Standards for Pigs.*
- CHIBA, L.I., LEWIS, A.J. y PEO J.R., E.R. (1991) *J. Anim. Sci.* 69, 694-707.
- COCA, G., SERRANO, M.P., CÁMARA, L., GUZMÁN, P., BERROCOSO, J.D., COMA, J. y MATEOS, G.G. (2012) *J. Anim. Sci.* 90 (Suppl. 3): M155 (Abstr.), pp. 61.

- FEDNA (2006) *Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Necesidades nutricionales para ganado porcino*. También disponible on line: <http://www.fundacionfedna.org/>
- FRIESEN, K.G., NELSEN, J.L., UNRUH, J.A., GOODBAND, R.D. y TOKACH, M.D. (1994) *J. Anim. Sci.* 72, 946-954.
- KERR, B.J., SOUTHERN, L.L., BIDNER, T.D., FRIESEN, K.G. y EASTER, R.A. (2003) *J. Anim. Sci.* 81, 3075-3087.
- LATORRE, M.A., LÁZARO, R., GRACIA, M.I., NIETO, M.Y MATEOS, G.G. (2003a) *Meat Sci.* 65, 1369–1377.
- LATORRE, M.A., MEDEL, P., FUENTETAJA, A., LÁZARO, R. y MATEOS, G.G. (2003b) *Anim. Sci.* 77, 33–45.
- LATORRE, M.A., LÁZARO, R., VALENCIA, D.G., MEDEL, P. y MATEOS, G.G. (2004) *J. Anim. Sci.* 82, 526–533.
- LIU, Z.H., YANG, F.Y., KONG, L.J, LAI, C.H., PIAO, X.S., GU, Y.H. y OU, X.Q. (2007) *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 20, 1587-1593.
- MAIN R.G., DRITZ, S.S., TOKACH, M.D., GOODBAND, R.D. y NELSEN, J.L. (2008) *J. Anim. Sci.* 86, 2190-2207.
- NRC (1998) *Nutrient requirements of swine*. National Academy Press. Washington DC, EEUU.
- NRC (2012) *Nutrient requirements of swine: Eleventh Revised Edition*. National Academy Press. Washington DC, EEUU.
- PATIENCE, J., BEAULIEU, D., WILLIAMS, N. y GILLIS, D. (2006) 25th Centralia Swine Research Update, Kirkton Ontario, Canadá, pp., 35-37.
- SCHNEIDER, J.D., TOKACH, M.D., DRITZ, S.S., NELSEN, J.L., DEROUCHÉY, J.M. y GOODBAND, R.D. (2010) *J. Anim. Sci.* 88, 137-146.
- SMITH, J.W., TOKACH, M.D., O'QUINN, P.R., NELSEN, J.L. y GOODBAND, R.D. (1999) *J. Anim. Sci.* 77, 3007-3015.
- QUINIQU, N. y NOBLET, J. (2011) *Journées Rech. Porcine en France.* 4, 79-85.
- WILLIAMS, N.H., STAHLY, T.S. y ZIMMERMAN, D.R. (1997) *J. Anim. Sci.* 75, 2481-2496.