

# Calidad y rendimiento de la canal de cerdo

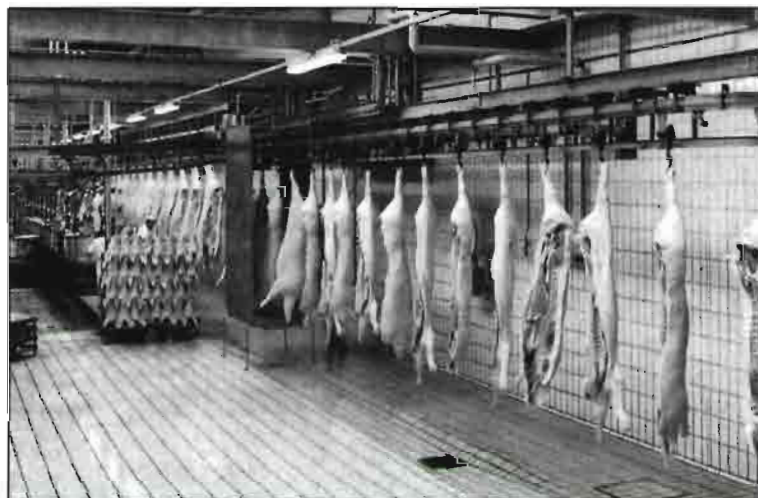
## Aspectos nutricionales\*

Francisco García de la Calera. J. A. López Alvarez  
Colborn Dawes Ibérica

Quizás, el mayor cambio que se ha producido en la mejora de los programas de alimentación del cerdo en los años 90, es disponer de nuevas técnicas que nos permitan determinar y medir con más exactitud las necesidades nutricionales del cerdo. Es importante mejorar nuestra «exactitud nutricional» por varias razones. En primer lugar, todos reconocemos que tanto el excesivo aporte de nutrientes como el déficit, reduce la eficacia de utilización de los mismos y por tanto incrementa los costos de producción. En segundo lugar, la preocupación ecológica puede verse disminuida, al disponer de agua de más calidad, dada la utilización del purín de cerdo como abono y además al incrementar nuestros esfuerzos para mejorar la eficacia de la utilización de los nutrientes, se minimiza el exceso de los mismos en los piensos de porcino. Finalmente, hemos de esforzarnos continuamente en conseguir un cerdo más magro, y por lo tanto una «exactitud nutricional» juega un papel importante al permitirnos estar más cerca de esta meta.

La producción de carne de cerdo se ha definido por parámetros como ganancia media diaria, índice de conversión y costo de alimentación del kg repuesto. La ganancia diaria de tejido magro y la conversión de pienso en dicho magro, puede definir mejor el verdadero valor económico de la producción de la carne de cerdo.

Las tecnologías que mejoran la formación de magro en el cerdo están creciendo de forma importante. Dado que los consumidores demandan más productos nutritivos de carne, los mayores esfuerzos en este terreno los están realizando las compañías de genética, consiguiendo animales con



La producción de carne de cerdo se ha definido por parámetros como ganancia media diaria, índice de conversión y costo de alimentación del kg repuesto.

un potencial de formación de magro mejorado.

### CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Para poder entender los cambios a realizar en el programa nutricional para optimizar el valor de la canal, recordemos el concepto de crecimiento y el de desarrollo. El crecimiento relaciona la ganancia y el peso producidos por la multiplicación y ampliación de las células y la incorporación de material dentro de las mismas. El desarrollo relaciona el cambio en la forma, clase y

función del animal como progreso del crecimiento.

La composición del cuerpo del cerdo depende de los antecedentes genéticos, el peso vivo y el sexo, pero está muy influenciado por la nutrición. La formación diaria de proteína en el cuerpo aumenta en mayor proporción entre los 40 y los 70 kg de peso vivo y permanece así hasta el sacrificio. La formación diaria de grasa en el cerdo aumenta casi linealmente con el incremento de peso del animal y la intensidad de la alimentación (fig. 1).

La formación de magro tiene lugar a distinta velocidad durante el período de crecimiento-cebo, dando lugar a una curva que tiene el punto de inflexión alrededor de los 60-65 kg de peso vivo (fig. 2) y representa valores de formación de magro más altos para los cerdos de más calidad genética.

En los cerdos con mejora genética, la formación de magro se estabiliza entre los 60 y los 80 kg, disminuyendo a partir de los 90 kg de peso. Los cerdos no mejorados tienen la máxima

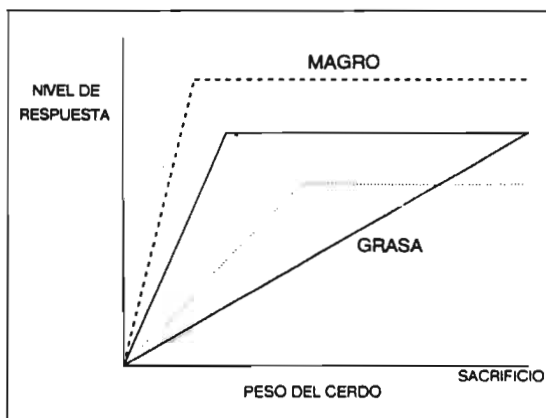


Fig. 1. Formación de tejido en cerdos de engorde.

\* VIII Curso de Especialización. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal.

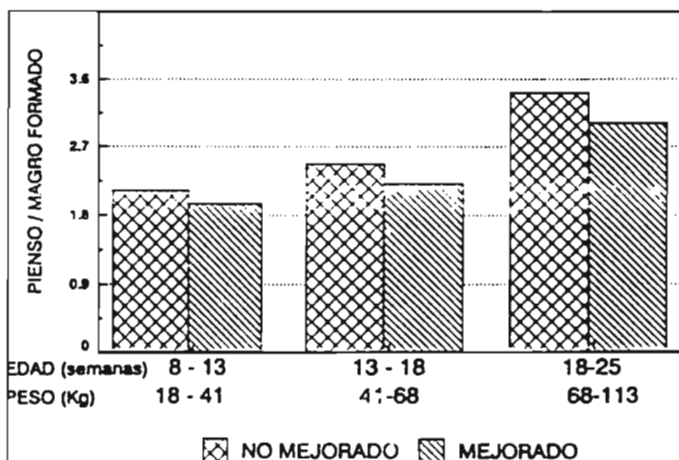
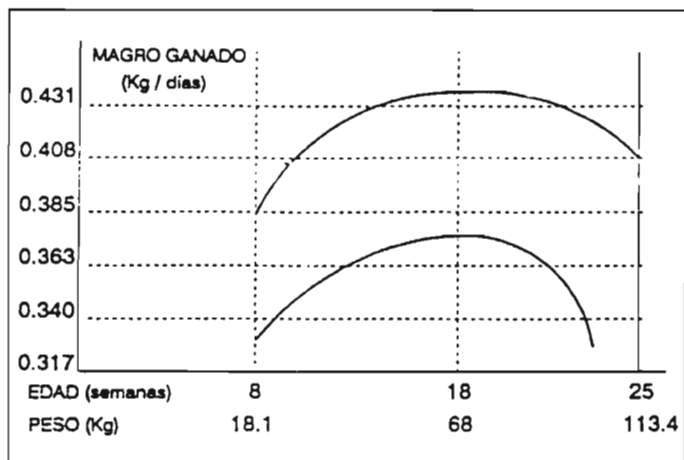


Fig. 2. Curva de formación de magro en engorde de cerdos.

Fig. 3. Conversión del magro en cerdos de engorde.

ganancia de magro alrededor de los 55-60 kg, acelerando la tasa de deposición de grasa en la fase de acabado. Habitualmente, los productores de cerdos observan un parón, en algunas líneas genéticas entre los 80 y los 95 kg, lo cual va ligado a una reducción de la formación de magro. Por otro lado, la conversión en magro es lógicamente mejor, en edades tempranas, aumentando cerca del peso de sacrificio (fig. 3). Los cerdos no mejorados convierten peor en magro en la fase de acabado que los mejorados genéticamente.

de «Formulación Energética» es manejado por los nutricionistas. En el cuadro I se comparan tres piensos de distintos niveles energéticos: bajo, medio y alto. El pienso de alta energía mejoró el crecimiento y la conversión un 11 y un 14% respectivamente. Un nivel energético más bajo necesita una menor densidad de aminoácidos esenciales. El pienso de alta energía mejoró el crecimiento un 6% y la conversión un 12%, comparado con el de media energía.

Un estudio realizado en 1989 por el Centro de Investigación de Central Soya, y que se muestra en la tabla I,

comparaba los resultados de producción y la calidad de la canal de cerdos alimentados con dos dietas energéticamente diferentes.

Se puede observar que:

1. El crecimiento aumentó significativamente con la dieta de alta energía.
2. La conversión mejoró un 7,2% con la dieta de alta energía.
3. La grasa dorsal a la altura de la 10ª costilla se redujo un 17%.
4. La superficie de la chuleta aumentó un 7,8%, incrementándose el porcentaje de magro en un 3% lineal.

**INFLUENCIA DE LA NUTRICION**

A continuación veremos cómo interviene la nutrición en determinar en una parte importante (hemos visto como la genética es el otro factor a tener en cuenta) la calidad final de la canal, así como su rendimiento, veremos cómo influyen factores como la energía, la proteína (aminoácidos), la relación entre ambas, la calidad de la grasa añadida, los ingredientes de la ración y las vitaminas.

**Energía**

Es conocido que un aporte energético, por encima de las necesidades de mantenimiento y máxima formación de grasa y que, por el contrario, un aporte energético insuficiente proporciona resultados satisfactorios en cuanto al magro de la canal, pero se deteriora la tasa de crecimiento y la conversión.

Hace ya varios años que el concepto

	Media energía	Alta energía
G.M.D. (kg)	0,880	0,889
C.M.D. (kg)	2,440	2,290
I.C.	2,770	2,570
Grasa dorsal (10.ª costilla)	2,410	2,000
Area del lomo (cm²)	37,480	40,320
Porcentaje magro	50,900	53,600
Ganancia magro/día (kg)	0,349	0,381
I.C. en magro	7,080	6,120
Peso inicial (kg): 21,320		
Peso final (kg) 107,500		
24 cerdos por grupo		

	Baja energía	Media energía	Alta energía
G.M.D. (kg)	0,848	0,889 (5%)	0,939 (11%)
I.C.	2,850	2,740 (4%)	2,420 (14%)
Peso inicial (kg): 19,50			
Peso final (kg) 104,30			

**PORCINO**



**Un aporte energético, por encima de las necesidades de mantenimiento y máxima formación de magro, incrementa la formación de grasa.**

5. La formación de magro mejoró un 9,1% y la conversión del mismo, un 13,5%, usando el pienso de alta energía.
6. Disminuyó el costo de pienso por kg repuesto, aumentando la prima pagada por la calidad de la canal, al usar asimismo el pienso más energético.

Por otro lado, ¿cómo influye la energía y al mismo tiempo el nivel de aminoácidos en la calidad y rendimiento de la canal? En un estudio realizado en el I.T.P. en 1989 se compararon cuatro grupos de cerdos (LWxL) x (LWxP) con regímenes isocalóricos en la fase de crecimiento (30-90 kg) de 3.320 kcal. ED y niveles de lisina total que iban desde 0,79 a 1,09%. En la fase de cebo (60-100 kg) la energía era de 3.315 kcal. ED y los niveles de lisina total oscilaban desde 0,69 hasta 0,99%. Analizados los resultados en el matadero, estos se muestran en el cuadro II.

Ninguno de los parámetros estudiados se vio influido por la relación lisina/ED. Los porcentajes de magro son bajos, tanto en las hembras como en los machos castrados. Esto puede ser debido al racionamiento aplicado, libre para los machos castrados y prácticamente a voluntad para las hembras. Los espesores de grasa dorsal altos son la respuesta a una alimentación muy liberal.

De una forma general, el engrasamiento de la canal aumenta con la can-

tidad de la energía ingerida, de manera que el racionamiento mejora la calidad de la canal. Sin embargo, la relación no es perfecta.

En la alimentación a voluntad los piensos a base de maíz o trigo dan lu-

gar a canales de calidad muy parecida en cuanto al porcentaje de grasa. Con la alimentación a base de cebada, las canales son ligeramente más magras. Esto tiene relación con los consumos idénticos de energía en las dietas a base de maíz y trigo mientras que son más bajos en el caso de las cebadas. De todas formas, el menor consumo de energía en el caso de la cebada no conduce a canales netamente mejores en relación a las dietas de maíz y trigo.

En la alimentación racionada, la naturaleza de los cereales del pienso no tiene prácticamente efecto, excepto en el aspecto de la coloración de dicha grasa. Efectivamente, es sabido que el maíz contiene zeaxantina, pigmento amarillo liposoluble, que puede transmitir dicho color a la grasa de la canal con mayor o menor intensidad en función del porcentaje de inclusión de dicho cereal en la ración.

**Influencia de la grasa añadida en la cantidad y calidad de la grasa del cerdo**

No cabe duda de la gran importan-

<b>Cuadro II</b>				
<b>Resultados de matadero</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Lisina/ED (g/kcal)	2,4/2,1	2,7/2,4	3,0/2,7	3,3/3,0
Rendimiento (%)	78,7	78,8	79,1	78,9
Machos castrados	78,9	78,9	78,8	79,0
Hembras	78,5	78,8	79,4	78,5
% Músculo (FOM)	48,9	49,2	49,6	50,2
Machos castrados	47,7	47,6	47,8	48,8
Hembras	50,1	50,7	51,4	51,6
Espesor de la grasa (mm)				
Riñón	20,8	20,1	20,8	20,3
Machos castrados	21,7	20,9	21,6	20,9
Hembras	19,9	19,4	20,0	20,7
Dorsal	20,4	21,5	22,0	21,8
Machos castrados	21,9	23,5	23,3	22,9
Hembras	18,9	19,6	20,8	20,7

<b>Cuadro III</b>			
<b>Composición en ácidos grasos de los piensos utilizados</b>			
<b>Lote</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Acido mirístico	1,51	0,94	0,58
Acido palmítico	20,37	17,86	12,35
Acido palmíticooleico	3,44	2,09	1,49
Acido esteárico	7,89	5,38	4,11
Acido oleico	26,08	21,22	17,51
Acido linoleico	35,86	48,41	60,72
Acido linolénico	1,16	0,85	0,66

Porcentajes de ácidos grasos totales.

<b>Cuadro IV</b>				
<b>Calidad de la canal en función de los porcentajes de ácido linoleico en los piensos</b>				
Lote	A	B	C	Significado estadístico
Peso canal (kg)	80,00	79,60	78,90	NS
Rendimiento canal	0,81	0,82	0,81	NS
% músculo	51,74	50,17	48,84	p < 0,05
% grasa	24,86	26,73	28,40	p < 0,05
<b>Porcentaje ácido linoleico en el pienso</b>				
Lote A: 1,5	Lote B: 2,0		Lote C: 2,5	

<b>Cuadro V</b>			
<b>Composición en ácidos grasos de la grasa del cerdo al sacrificio</b>			
Lote	A	B	C
Acido mirístico	1,65	1,43	1,47
Acido palmitoleico	4,50	4,13	3,25
Acido esteárico	12,36	11,49	9,65
Acido oleico	44,43	41,66	42,25
Acido linoleico	12,25	16,62	18,17

Porcentajes de ácidos grasos totales.

<b>Cuadro VI</b>		
<b>Influencia del origen de los lípidos ingeridos en la composición en ácidos grasos, en porcentaje de la grasa de los cerdos Large White (Bucharles et al., 1987)</b>		
	Cebada	Maíz
Ac. grasos saturados	46,58 ± 3,48 (42,7)	41,86 ± 3,69 (37,4)
Ac. grasos insaturados	53,47 ± 3,45 (57,5)	58,18 ± 3,68 (62,7)
Coef. de insaturación	1,19 ± 0,02 (1,15)	1,28 ± 0,03 (1,28)

<b>Cuadro VII</b>		
<b>Efectos de la alimentación sobre la composición en ácidos grasos de los lípidos de Longissimus Dorsi del cerdo de raza Large White (Girard et al., 1983)</b>		
	Cebada	Maíz
Engrasamiento	2,41	2,15
Porcentaje de lípidos	1,76	2,08
Porcentaje de lípidos polares (g/100 g de carne)	0,40	0,43
Acido palmitoleico	6,48	5,19
Acido oleico	22,75	17,64

<b>Cuadro VIII</b>				
<b>Perfil de ácidos grasos del aceite de distintos tipos de bellota</b>				
	Encina (Extremadura)		Encina (Villanueva de Córdoba)	Alcornoque (Villanueva de Córdoba)
	Sin decorticar	Decortificada		
Acido mirístico	0,16	0,08	0,34	0,12
Acido palmítico	15,01	14,60	14,00	11,70
Acido esteárico	1,94	2,09	2,52	1,07
Acido oleico	62,75	61,70	63,00	59,80
Acido linoleico	18,49	19,40	17,70	23,00

cia que las grasas utilizadas en alimentación animal y su composición en ácidos grasos tienen sobre la composición de la grasa depositada en el cerdo.

En el cerdo y otros monogástricos la composición de los ácidos grasos de la grasa depositada puede ser modificada aumentando la concentración de los ácidos grasos de la dieta, los cuales son absorbidos por el intestino delgado e incorporados directamente al tejido graso. Esta incorporación no tiene lugar de la misma forma en los rumiantes hasta tal punto que los ácidos grasos insaturados como el linoleico y linoléico son hidrogenados en el rumen a ácido esteárico y ácido oleico y así los ácidos grasos absorbidos son más saturados que los ingeridos.

A nivel del tejido muscular, no está reconocido que la alimentación tenga un efecto tan marcado como en el caso del tejido adiposo subcutáneo. En la transformación de los ingredientes, los problemas ligados a la grasa poco consistente y a la oxidación de los lípidos son muy conocidos. Wood recomendaba en 1984 no sobrepasar el 15% de ácido linoleico depositado en el tocino, habiéndose verificado esto de forma experimental. Para comprobar como las variaciones de ácido linoleico en los piensos afectan a la grasa depositada, se preparó una experiencia en el I.N.R.A. en 1990 con cerdos Large White (machos y hembras) alojados individualmente. Los piensos eran isoenergéticos a base de trigo y harina de soja, con un 4% de grasa total y un 17% de proteína y los tres lotes se diferenciaban en el porcentaje de ácido linoleico que iba desde 1,5% a 2,5%. La composición en ácidos grasos de los tres piensos se muestra en el cuadro III.

Finalizada la experiencia, en el cuadro IV se observan las distintas características de la canal de cada uno de los tres lotes, en función del nivel de ácido linoleico. Obviamente se destaca que el lote con un valor de 1,5% de linoleico consigue los mejores parámetros en calidad de canal. Además ocurre lo mismo en cuanto a la ganancia media diaria y el índice de conversión.

Estos resultados confirman la relación entre los lípidos alimenticios y la composición en ácidos grasos de la grasa del cerdo. Un efecto significativo del origen de los lípidos sobre la com-

posición de los ácidos grasos de la grasa del cerdo se pone en evidencia por el palmitoleico, el esteárico, el oleico y el linoleico. La cantidad de linoleico depositado en la grasa de la canal aumenta, al aumentar la ingestión de linoleico a través del pienso.

Es evidente la importancia que ello tiene a la hora de valorar la calidad de una canal alta en linoleico, mucho menos consistente en su grasa como consecuencia del menor punto de fusión (cuadro V).

**Influencia de los ingredientes del pienso en la calidad de la grasa depositada en la canal y en el tejido muscular**

Para estudiar esta influencia se preparó un experimento con cerdos Large, uno en base a cebada y un segundo en base a la maíz. Los animales se alojaron individualmente para poder evaluar las diferencias entre los dos regímenes alimenticios. Como se puede ver en el cuadro VI, hay diferencias significativas en los totales de ácidos grasos saturados e insaturados en relación al régimen alimenticio utilizado (cebada o maíz).

Conjuntamente con el de la grasa se ha llevado a cabo un estudio relativo al efecto de la alimentación sobre la naturaleza de los lípidos depositados en el tejido muscular. Se han comparado dos piensos, uno en base a cebada y otro en base a maíz, reflejándose los resultados en el cuadro VII. Como se puede ver, hay una diferencia significativa a nivel del porcentaje en grasa intramuscular del *Longissimus Dorsi* según la alimentación a la que los animales han estado sometidos. En el caso de la alimentación a base de cebada el porcentaje de grasa intramuscular producida en el músculo es del 1,76%, aumentando hasta el 2,08% en el caso de la alimentación a base de maíz. Esta diferencia es debida en gran parte a una variación cuantitativa de los lípidos neutros ya que el porcentaje de lípidos polares en este músculo es idéntico en los dos regímenes alimenticios (0,41%).

Si el efecto de la alimentación es muy grande sobre la composición en ácidos grasos de la grasa del cerdo, tal y como ya se ha señalado, este efecto es poco perceptible sobre la naturaleza

de los ácidos grasos depositados en el músculo. Se observan dos diferencias significativas, una a nivel del ácido palmitoleico en la fracción de los lípidos neutros y otra en el ácido oleico en la fracción de los lípidos polares.

**Caso del cerdo ibérico**

Hemos visto que la composición en ácidos grasos del tejido adiposo del

cerdo está condicionada por el perfil de ácidos grasos de la dieta ingerida.

De todos es conocida la influencia que el tipo de alimentación tiene en la calidad de la canal del cerdo ibérico, diferenciándose claramente el alimentado con pienso del alimentado con bellota. En los cuadros VIII, IX, X, XI y XII veremos el perfil medio de los ácidos grasos de la bellota, extraído de un estudio realizado por Colborn

<b>Cuadro IX</b>				
<b>Valores estadísticos del perfil de ácidos grasos del aceite de bellota</b>				
	<b>Valor medio</b>	<b>Desviación estandar</b>	<b>Valor máximo</b>	<b>Valor mínimo</b>
Acido mirístico	0,38	0,469	1,20	0,08
Acido palmítico	13,98	1,326	15,01	11,70
Acido esteárico	2,06	0,630	2,68	1,07
Acido oleico	60,51	3,173	63,00	55,30
Acido linoleico	20,05	2,225	23,00	17,70

<b>Cuadro X</b>				
<b>Valores estadísticos del perfil de ácidos grasos del aceite de bellota de encina</b>				
	<b>Valor medio</b>	<b>Desviación estandar</b>	<b>Valor máximo</b>	<b>Valor mínimo</b>
Acido mirístico	0,19	0,13	0,34	0,08
Acido palmítico	14,54	0,50	15,01	14,00
Acido esteárico	2,18	0,30	2,52	1,94
Acido oleico	62,48	0,69	63,00	61,70
Acido linoleico	18,53	0,85	19,40	17,70

<b>Cuadro XI</b>		
<b>Perfil de ácidos grasos de distintas grasas</b>		
	<b>Oleínas</b>	<b>Manteca de cerdo</b>
Acido mirístico	1,5	2
Acido palmítico	16,0	24
Acido esteárico	5,0	11
Acido oleico	45,0	52
Acido linoleico	26,0	10

<b>Cuadro XII</b>					
<b>Influencia de la grasa de la dieta en la composición de la grasa de la canal</b>					
	<b>Montanera + pienso</b>		<b>Pienso</b>		<b>Montanera</b>
	<b>Ibérico</b>	<b>Ibérico×Duroc</b>	<b>Ibérico</b>	<b>Ibérico×Duroc</b>	<b>Ibérico×Duroc</b>
Acido mirístico	1,38	1,39	1,74	1,78	—
Acido palmítico	19,25	19,82	24,00	24,00	16,32
Acido esteárico	9,33	10,12	13,65	13,65	6,31
Acido oleico	51,08	50,42	46,24	46,24	56,79
Acido linoleico	10,85	10,93	7,11	7,11	13,08

## PORCINO

### Proteína

Dawes sobre una amplia muestra de bellotas de encina y alcornoque de Extremadura y Córdoba, así como el de algunas grasas utilizadas en alimentación animal, y por último el de la grasa de la canal de cerdos alimentados con tres regímenes distintos, montanera más pienso, sólo pienso y sólo montanera, reflejando si se trata de ibérico puro o de ibérico cruzado con Duroc.

Es evidente, que el perfil de los ácidos grasos de la manteca del cerdo ibérico está en relación con el tipo de grasa que este animal ingiere en el período de cebo. En el cuadro XII se puede ver la influencia que tiene la grasa de la ingesta en la composición de ácidos grasos de la grasa del animal y como la alimentación a base de bellota modifica dicha composición, incrementándose los niveles de oleico y linoleico, reduciéndose drásticamente los niveles de palmítico y esteárico. Esta situación se invierte en el caso de la alimentación a base de pienso y adopta un término medio en el caso de la alimentación mixta.

En lo que a proteína se refiere, sabemos que una tasa óptima de formación de proteína tiene lugar si los animales ingieren diariamente los nutrientes esenciales. Una ingesta insuficiente de proteína reduce el crecimiento, la formación de magro y el índice de conversión. Por el contrario, una excesiva ingesta de proteína mejora la formación de magro, pero reduce la ganancia diaria y la conversión.

Sabemos que el aumento del nivel proteico en la alimentación del cerdo disminuye la ingesta y favorece la formación de magro en la canal, en detrimento de la grasa (Henry 1985). En realidad, en las condiciones habituales de alimentación, la influencia del nivel proteico sobre el crecimiento y la composición corporal de cerdos se confunde con la de los aminoácidos limitantes, generalmente la lisina.

### Influencia de la lisina

Según Henry (1990), el aumento del

nivel de lisina de 0,55% a 0,65% en el pienso de acabado, alimentados a voluntad, conlleva una mejora de la ganancia media ponderada, así como la de la formación diaria de magro y grasa. Este cruce del desarrollo muscular y del depósito de grasa se asocia a un aumento de la ingesta. Se aprecia así una disminución del tamaño de la canal y un aumento del espesor del músculo a nivel del lomo (medida X5) hasta el umbral 0,05, mientras que los efectos observados en el umbral 0,10 se refieren a aumento del espesor de la grasa dorsal (X1) y la disminución del peso de las vísceras (estómago + intestino) vacías.

Para una misma tasa de lisina, con una alimentación igual, Fuller *et al.* (1986) indican que una elevación de la tasa global de proteínas de aproximadamente 2 puntos en los cerdos entre 18 y 65 kg de peso vivo, conllevaba una ligera disminución de la velocidad de crecimiento y un aumento del índice de conversión, acompañadas de una proporción más elevada de tejidos magros en la canal.

# Para resolver el stress a priori

## Suacron® 2 ml.

Por 100 Kg. de peso, vía i. m.



**PORCINO**

Es interesante constatar que una suplementación de lisina durante la fase de acabado, en el presente trabajo, ha tenido el efecto de modificar la conformación de los animales, en el sentido de una reducción de la longitud de las canales en el sacrificio. En un estudio anterior, de hace unos veinte años (Henry *et al.*, 1971), se había observado, asimismo, que un aporte elevado de lisina durante la fase inicial de crecimiento (a partir de 23 kg de peso vivo) favorecía el desarrollo de las zonas corporales más precoces (jamón y pectorales). Es verosímil que el mantenimiento de la influencia favorable de una suplementación de lisina en acabado sobre las partes de desarrollo precoz, como el jamón, sea la consecuencia del progreso genético hacia la obtención de animales con madurez de desarrollo en longitud más tardío.



Los programas de alimentación en tres fases mejoran el crecimiento, la conversión y la formación de magro en la canal.

**Influencia del nivel proteico**

El aumento del nivel global de proteínas de 13 a 15,4% no modifica la

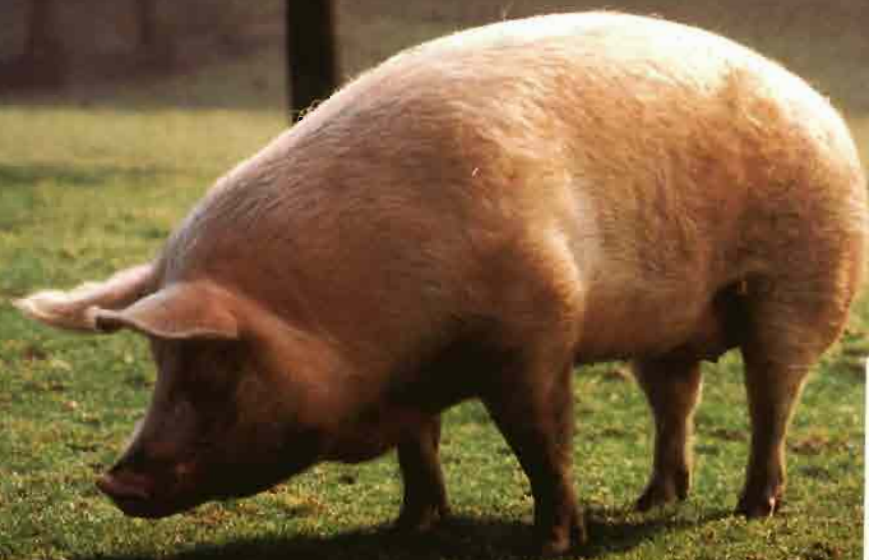
ingestión de alimento, pero conlleva una disminución de la velocidad de crecimiento del 5%, acompañada de un aumento del índice de conversión del 2,5% (umbral 0,05). La ganancia diaria

de músculo disminuye (umbral 0,10), mientras que se observa la misma tendencia, aunque no significativa, a nivel de depósito de grasa diaria. De forma general, las proteínas excedentes no

# Para resolver el stress sobre la marcha

**Suacron<sup>®</sup> 2 ml. + Combelén<sup>®</sup> 1 ml.**

Por 100 Kg. de peso, vía i.m.



Nuestro prestigio,  
ganado con salud

**Bayer** 

**Tabla II**  
**Resultados de crecimiento, conversión y composición corporal (Henry, 1990)**

	Lisina		Proteína	
Proteínas (%)	0,55	0,65	13,1	15,4
Ganancia media diaria (g)	365	1.044	1.037	333
Consumo medio diario (kg)	3,14	3,25	3,25	3,17
Índice de conversión	3,26	3,12	3,14	3,22
Longitud de la canal (cm)	85,7	84,6	85,2	85,1
Espesor de la grasa dorsal	24,4	26,1	25,3	25,2
Espesor del músculo (X5) (mm)	51,0	53,1	52,9	51,7
% magro canal FOM	48,0	48,0	47,9	48,0
% Grasa canal FOM	30,1	30,7	30,6	30,3

tienen ningún efecto significativo en las características de composición corporal (tabla II).

**Necesidades de aminoácidos en relación al genotipo**

Un estudio de la Universidad de Purdue (Schjinckel *et al.*, 1988) ha demostrado que los resultados de crecimiento y composición de la canal de los cerdos varían según la genética utilizada. Debido a esta variabilidad, el porcentaje de tejido magro formado es asimismo muy variable (de 172 a 440 g de magro ganado por día).

Stahly (1989) ha demostrado importantes ventajas económicas produciendo genotipos de alta formación de magro comparados con genotipos medios, en cuanto a tasa de crecimiento, consumo de pienso y magro de la canal.

Un estudio realizado por la Universidad de Kentucky mostró que los genotipos de alta ganancia de magro necesitaban entre 0,80 y 0,95% de lisina mientras que los genotipos de baja ganancia de magro necesitaban un nivel de 0,65% (Stahly *et al.*, 1988). Después de este estudio Stahly (1991) ha desarrollado unas estimaciones más específicas en lisina basadas en genotipos alto (400 g de magro ganados por día) y medio (315 g de magro/día) para hembras y machos castrados, en todas las fases de crecimiento y cebo del cerdo.

**Necesidades de aminoácidos en relación al sexo**

Los machos castrados crecen más rápido y comen más que las cerdas.

Las cerdas tienen un mejor rendimiento a la canal, menos grasa, más músculo y convierten mejor que los machos castrados. Debido al menor consumo de pienso de las cerdas, y a su mayor producción de magro, necesitan niveles más altos de proteína y aminoácidos. Sin embargo, al igual que en el caso del genotipo, las necesidades de aminoácidos según el sexo depende mucho del peso del animal.

La tasa de formación de tejido magro y el aumento de proteína corporal son similares entre machos castrados y hembras a pesos bajos (20-30 kg), pero las hembras tienen una mayor formación de magro que los machos castrados a pesos superiores (40-100 kg) (Stahly, 1991). En resumen, existen unas diferencias relativas en las necesi-

dades diarias de lisina, aumentando estas al aumentar la formación de magro, para las hembras comparadas con los machos castrados al aumentar los pesos. Stahly en 1991 ha estimado que el aumento de las necesidades de lisina para hembras y machos castrados sería el representado en el cuadro XIII.

Para aprovechar bien todas las ventajas que podemos obtener, los animales deben alojarse por separado. Sin embargo hay limitaciones para adoptar la alimentación por sexos separados, ya que los sistemas de alimentación han de modificarse. Además habría una pérdida en la utilización del espacio debido al distinto crecimiento entre hembras y machos castrados. En la práctica, se formulan raciones mixtas, con niveles intermedios de proteína y lisina, pero de esta forma hay un gasto inútil de lisina en los machos castrados, aumentando el coste por kg re- puesto, sucediendo lo contrario en el caso de las hembras, con reducción del crecimiento y de la formación de magro.

**Efectos de la vitamina C sobre la calidad de la canal**

Recientemente se ha descubierto propiedades de la vitamina C sobre el crecimiento, debido a un importante papel desempeñado en huesos, múscu-

**Cuadro XIII**

P e s o	Aumento en g de lisina/día	
	Machos castrados	Hembras
20-30	0,5	0,7
50-60	1,5	1,8
70-80	2,4	2,8

**Cuadro XIV**

**Efecto del aporte de vitamina C sobre el peso y la composición de la canal**

Dosis	Peso vivo	Peso canal	Rendim. canal	Medida FOM (%)		
				Músculo	Grasa	
0	Machos castrados	98,2	79,9	0,81	49,89	26,37
	Hembras	98,9	80,5	0,81	52,22	24,44
100	Machos castrados	98,6	80,8	0,82	50,06	26,11
	Hembras	99,7	81,8	0,82	51,84	24,74
250	Machos castrados	99,3	81,3	0,82	51,15	26,18
	Hembras	99,0	80,8	0,82	50,78	25,14
500	Machos castrados	98,9	80,9	0,82	50,63	26,01
	Hembras	99,0	80,9	0,82	51,52	25,20

**PORCINO**

los y glándulas endocrinas. En cuanto a la calidad de la canal, se ha demostrado que la vitamina C puede prevenir el desarrollo del síndrome de canal exudativa después del sacrificio. El stress posterior a las peleas y sus nefastas consecuencias sobre la canal se asocian a una disminución masiva de la cantidad de ácido ascórbico en las glándulas suprarrenales del cerdo.

Para ver el interés de la vitamina C, el I.N.R.A. ha preparado una doble experiencia, una con cerdos Large White y otra con Large White cruzados con Pietrain. Los resultados en lo que a la canal se refiere en el caso del Large White, muestran que el peso de sacrificio no es significativamente diferente, así como el rendimiento a la canal. Las canales de las hembras tienen un porcentaje de magro más elevado que los machos castrados y el porcentaje de tejido adiposo varía en sentido inverso. El porcentaje de magro obtenido por cálculo después del despiece demuestra el interés del suplemento de vitamina C (cuadro XIV).

En el caso del cruce LWxP, el porcentaje de magro tiende a aumentar con el aporte de vitamina C en el pienso, disminuyendo el porcentaje de grasa. El aumento más importante es de + 1,1% de magro con una dosis de 250 mg de vitamina C, desde los 80 a los 100 kg de peso vivo. La respuesta es mayor en el caso de los machos castrados que en el caso de las hembras, con un incremento máximo de + 1,8% de magro en relación al lote control (cuadros XV y XVI).

**SISTEMAS DE RACIONAMIENTO**

Tradicionalmente se han usado dos dietas en la fase de engorde del cerdo, una de crecimiento desde los 20 a los 60 kg de peso vivo y otra de cebo, desde los 60 kg al sacrificio. Aunque el programa con dos fases de alimentación es simple de realizar, hay algunas desventajas al optimizar la formación de magro, especialmente para genotipos de alta formación de magro.

La alimentación con varias dietas durante el período de crecimiento-cebo se aproxima más a las necesidades nutricionales de los cerdos y mejora la eficacia de la formación de magro. Una excesiva ingesta de aminoácidos, espe-

cialmente durante la fase final de cebo (85-90 kg), puede empeorar los resultados. Esto se debe aparentemente a la carga fisiológica de la elaboración y eliminación extra de la proteína consumida por encima de la necesidad biológica del cerdo. La magnitud de este exceso y por tanto la carga metabólica, es económicamente significativa. De esta forma, distintas dietas durante la fase de engorde mejorarán los resultados y minimizarán el coste extra del pienso.

En la Universidad de Kentucky en 1991, se evaluó la densidad de aminoácidos en el período de engorde de cerdos con diverso potencial de ganancia de magro. Este estudio indicó

que genotipos de alta formación de magro necesitaban mayores niveles de aminoácidos que los mínimos citados por N.R.C. Los investigadores de la Universidad de Kentucky mostraron la diferencia, entre la alimentación con 1, 2 ó 3 piensos durante el período de engorde, con la edad al sacrificio (cuadro XVII).

Por otra parte, los investigadores de Central Soya compararon un programa de alimentación de tres fases con uno tradicional de dos (ver cuadro XIX). Todos los piensos eran isoenergéticos, con una densidad relativa de aminoácidos, como se muestra en el cuadro XVIII.

Los resultados de este estudio se

<b>Cuadro XV</b>					
<b>Esquema experimental de los lotes</b>					
Lote	1	2	3	4	5
Número de cerdos	20	20	20	20	20
Vitamina C	0	250	500	250	500
Período en kg	60-100	60-100	60-100	80-100	80-100

<b>Cuadro XVI</b>			
<b>Efectos de la suplementación de vitamina C sobre el peso y la composición tisular de la canal en función del tratamiento y del sexo</b>			
	Peso canal (kg)	Porcentaje músculo	
		FOM	Despiece
1 Machos castrados	83,78	56,49	55,20
Hembras	82,95	56,12	57,15
2 Machos castrados	82,96	55,53	57,03
Hembras	83,85	57,36	57,17
3 Machos castrados	88,90	55,43	55,51
Hembras	83,35	57,37	56,68
4 Machos castrados	82,76	56,89	56,73
Hembras	84,62	57,38	57,82
5 Machos castrados	81,85	56,25	55,63
Hembras	83,19	56,78	57,38

<b>Cuadro XVII</b>		
<b>Efecto de la dieta múltiple en la edad al sacrificio (Universidad de Kentucky, 1991)</b>		
Número de dietas	Porcentaje de lisina total	Edad en días a 109 kg
1	0,95	100
1	0,80	102
1	0,65	107
1	0,50	131
2	0,80/0,65	100
2	0,95/0,80	98
3	0,95/0,80/0,65	96
3	0,80/0,65/0,50	105

muestran en el cuadro XIX. Una de las mayores ventajas del programa de tres fases es la posibilidad de aumentar los niveles de aminoácidos en los cerdos por debajo de los 40 kg. Por lo tanto, la respuesta de la alimentación en tres fases probablemente habría sido mayor si la transición del segundo al tercer pienso se hubiese realizado con 10 kg menos de peso vivo.

Los resultados obtenidos, en otra experiencia, en relación a la calidad de la canal así como al rendimiento de la misma, se muestran en el cuadro XX. En el se pueden ver algunas cosas importantes, tales como:

1. Aumento de 2,7 kg en el peso de la canal.
2. Aumento lineal de 1,4% en el rendimiento.
3. Tendencia a disminuir la grasa dorsal (2,10 a 1,98).
4. Aumento del peso del lomo y el

<b>Cuadro XVIII</b>	
<b>Densidad relativa de aminoácidos</b>	
<b>D i e t a</b>	<b>Porcentaje densidad relativa de aminoácidos</b>
Crecimiento	100
Acabado	85
Fase I	107
Fase II	96
Fase III	85

jamón en un 2,2 y un 4,9%, respectivamente.

Con respecto a una reciente estadística de la industria, este estudio demostró que los pesos del lomo y el jamón fueron un 6,2 y un 16% mayores, en el caso de cerdos alimentados en tres fases, presentando como ya hemos visto un mayor porcentaje de magro.

Como conclusión, los programas de

<b>Cuadro XIX</b>		
<b>Programa de alimentación en tres fases, comparado con el tradicional de dos fases de crecimiento y cebo (Central Soya, 1990)</b>		
	<b>Dos fases</b> Crecimiento (20-68 kg) Cebo (68-113 g)	<b>Tres fases</b> Fase I (20-41 kg) Fase II (41-68 kg) Fase III (68-113 kg)
G.M.D. (kg)	0,957	0,984
C.M.D. (kg)	2,600	2,550
I.C.	2,720	2,330
G.M.D. magro (kg)	0,358	0,367
I.C. magro	7,060	6,840
Duración de la prueba:		98 días
Número de cerdos:		144 días

<b>Cuadro XX</b>		
<b>Comparación del programa tradicional de dos fases con el programa de tres fases, en los resultados de engorde y en la composición de la canal (Central Soya, 1990)</b>		
	<b>Dos fases</b>	<b>Tres fases</b>
G.M.D. (kg)	0,88	0,907
C.M.D. (kg)	2,17	2,190
I.C.	2,47	2,410
Peso canal (kg)	77,11	79,830
Rendimiento (%)	75,30	76,700
Grasa dorsal (cm)	2,11	1,980
Peso del lomo (kg)	16,78	17,140
Peso del jamón (kg)	18,46	19,360
Porcentaje de magro	51,00	51,600
Peso inicial (kg)	17,01	17,01
Peso final (kg)	102,40	104,080
Días	97	96

alimentación en tres fases mejoran el crecimiento, la conversión y la formación de magro en la canal. Debido a que cada vez se exige más calidad al productor, este programa puede contribuir a un mayor beneficio para el productor, especialmente para aquel que trabaje con animales de gran potencial genético.

**BIBLIOGRAFIA**

CENTRAL SOYA FEED RESEARCH. 1987. Influence of diet potency on grower-finisher pig performance.

CENTRAL SOYA FEED RESEARCH. 1989. Grower-finisher diet potency effects.

CENTRAL SOYA FEED RESEARCH. 1990. Comparison of traditional two-phase versus three-phase program on market pig performance and carcass composition.

CHAUVEL y GRANIER. 1990. Incidence du taux d'acides aminés dans l'aliment, sur les performances du porc charcutier. *Journées de la Recherche Porcine en France*, pág. 201-208.

GIRARD, BOUT y SALORT. 1988. Lipides et qualités du tissu adipeux, facteurs de variation. *Journées de la Recherche Porcine en France*, págs. 257-278.

GROSJEAN, SEROUX y CASTAING. 1986. Utilisation comparée du maïs, du blé et des orges par le porc charcutier. *Journées de la Recherche Porcine en France*, págs. 67-78.

HENRY. 1990. Influence des taux de protéine et de lysine du régime sur l'ingestion alimentaire, les performances de croissance et la composition corporelle chez le porc en finition. *Journées de la Recherche Porcine en France*, págs. 193-200.

KENTUCKY UNIVERSITY. 1991. Effect of multiple diets on days to market.

MOUROT, CHAUVEL, LE DENMAT, MOUNIER y PEINIAU. 1991. Variations de taux d'acide linoléique dans le régime du porc: effets sur les dépôts adipeux et sur l'oxidation du C18:2 au cours de la conservation de la viande. *Journées de la Recherche Porcine en France*, págs. 357-364.

MOUROT, PEINIAU, AUMAÏTRE y CHIVILLON. 1992. Effet de l'apport de Vitamine C sur les performances de croissance et la qualité de la viande chez le porc Large White et croisés Large White-Piértrain. *Journées de la Recherche Porcine en France*, págs. 55-64.

ROCA FERNÁNDEZ. 1987. Influencia de la alimentación en la composición en ácidos grasos de la grasa del cerdo ibérico. Colborn Dawes Ibérica.

SCHINCKEL, et al. 1988. Impact of genotype on amino acid requirements. Purdue University, 1988.

SHURSON. 1991. Proper amino acid nutrition assures optimal growth of swine. 52nd Minnesota Nutrition Conference.

STAHLY. 1991. Impact of sex on amino acid requirements. University of Kentucky.

WOOD. 1984. Fat deposition and the quality of fat tissue in meat animals. *Fats in animal nutrition*, págs. 407-435.