

Avances en la nutrición de cerdas de alta producción

▼ F. JAVIER PIQUER. MIGUEL ISLA. (*)

El proceso de selección porcina ha llevado, en el transcurso de los últimos 30 años, a la obtención de líneas genéticas más prolíficas, más magras y con mejores crecimientos e índices de conversión (**Cuadro I**).

La obtención de líneas más magras y prolíficas ha tenido como consecuencia que el manejo de las reproductoras se haga más difícil y que los índices de reposición se hayan incrementado, situándose en valores próximos al 40% en granjas con buena productividad.

En el **cuadro II** se pueden ver algunos valores productivos de referencia del Reino Unido durante el período 1988-1997.

La mayor presión productiva que se ha ido ejerciendo sobre la cerda reproductora ha hecho que los programas nutricionales y de manejo se hayan tenido que ir modificando para adaptarlos a las características de las nuevas líneas genéticas. Esta necesidad de adaptación ha llevado a la realización de gran número de estudios, que han servido de base para el diseño de estos nuevos programas.

En este trabajo se pretende revisar la información más relevante en este sentido, para proponer unas normas y recomendaciones generales de alimentación de hembras reproductoras. Sin embargo, no se va a proponer un programa concreto de alimentación, puesto que las necesidades nutricionales de las cerdas se pueden ver afectadas por multitud de factores (temperatura, estado sanitario, prolificidad, etc.).

El presente trabajo se va a dividir en tres apartados básicos, correspondientes a la alimentación en recría (hasta la primera cubrición), alimentación en gestación y alimentación en lactación.

Periodo de recría

El período de recría resulta de gran importancia en la producción porcina para poder conseguir una buena condición cor-

poral, que garantice una adecuada longevidad productiva de la cerda. Challinor y col., (1996) observaron que la máxima productividad de la cerda en cinco partos se obtenía cuando las cerdas se cubrían por primera vez con un peso vivo de 125 a 145 kg. y con un espesor de grasa dorsal de 18 a 20 mm (**Cuadro III**). Así mismo, Swan (1998) observó que las cerdas cubiertas por primera vez con 130-160 kg. de peso y 18 a 22 mm de grasa dorsal produjeron 3 lechones más en cinco partos que las cubiertas con menos de 120 kg. y

mediante gonadotropina a los 160 días, se redujo la tasa de ovulación y la aparición espontánea del segundo celo se redujo. Por tanto, parece necesaria también la deposición de un mínimo de masa proteica, que Everts (1994) estima en 35 kg., para garantizar una buena eficacia reproductiva (Gaughan, 1997).

El programa alimenticio a seguir depende del peso a la entrada en la granja de reproducción. Si la llegada es alrededor de los 90 kg. de peso vivo, con aproximadamente 160 días de edad, el



La selección porcina ha llevado a la obtención de líneas genéticas más prolíficas.

menos de 14 mm de grasa dorsal. Por lo tanto, podemos fijar como objetivos durante el período de recría, la cubrición en el tercer celo con 130-145 kg. de peso vivo y con un espesor de grasa dorsal entre 18 y 20 mm.

La deposición de un mínimo grasa se puede conseguir, en parte, reduciendo la concentración de proteína y aminoácidos en el pienso. Así, Cia y col., (1996) redujeron la relación lisina/energía (3,75; 2,50 y 1,25 g. lisina/Mcal ED) y observaron que aumentaba la deposición de reservas grasas. Sin embargo, la reducción de la relación Lys/ED aumentó el tiempo de respuesta a la inducción a la pubertad

objetivo de crecimiento se sitúa en torno a los 700 g. diarios. Si la llegada a la granja es anterior, se puede suministrar un pienso de cebo *ad libitum* hasta que la cerda alcance los 90-100 kg. de peso vivo.

En el **cuadro IV** se incluyen los crecimientos estimados si se suministran distintas cantidades de energía a hembras de reposición y las necesidades de lisina para conseguir esos crecimientos, calculados con el modelo del NRC (1998). Todos los cálculos se han hecho para una línea genética que presente una deposición media de tejido magro de 325 g./día de 20 a 120 kg. de peso. Los valores obtenidos por la aplicación de este modelo son similares a

(*) Trabajo publicado en la 2ª edición actualizada y ampliada del libro "Producción porcina. Aspectos clave".

ZAP



**EL PROGRAMA
QUE MEJOR
SE ADAPTA A
SUS NECESIDADES**

**Soporta el efecto
del año 2.000**

- **EXTREMADAMENTE CONFIGURABLE, ABIERTO Y DE USO SENCILLO**
- **GRAN POTENCIA DE ANALISIS**
- **SERVICIO ON-LINE DE CONSULTA TELEFONICA**
- **ESTRUCTURA MODULAR**

Además en Otoño está disponible la nueva versión en Windows de 32 bits (Windows 95 y 98) con, entre otras, las siguientes características:

- **Trazabilidad y seguimiento de animales hasta el matadero**
- **Estructura de base de datos abierta para su conexión con sistemas ODBC**
- **Trasvase total de información mediante correo electrónico (Internet)**
- **Posibilidad de introducción de información mediante computadoras de mano**
- **Gran potencia en análisis gráficos**
- **Gestión económica potente y de fácil manejo**
- **Compatible con la moneda única, el EURO de entrada en el 2.002**



Con la garantía de Siva Agri Software, empresa dedicada exclusivamente a programas de gestión porcina, y con el aval de más de 7.000 usuarios satisfechos en todo el mundo

Distribuidor Exclusivo:
Euribrid España S.A.
C/ José Luis Bugallal Marchesi, 7
15.008 LA CORUÑA
Telf. 639 00 15 32
zap.es@nutreco.com

CUADRO I. Evolución de distintos parámetros productivos de cerdos en Holanda
Fuente: Van den Berg, 1998.

	1970	1980	1990	1997
Lechones destetados por cerda y año	14,9	16,9	20,4	21,3
Crecimiento (g/día)	586	641	719	737
Índice de Conversión Carne (%)	3,42	3,11	2,88	2,77
			53,2	55,6

las recomendaciones prácticas de suministrar un pienso con 3.100 a 3.200 kcal. de ED/kg. y con 6 a 8 g de lisina/kg. En función del crecimiento deseado y de la concentración energética del pienso se pueden ajustar las cantidades de pienso a suministrar durante este período, hasta dos semanas antes de la cubrición.

En el momento de la cubrición la cerda debe estar en su tercer estro, como se ha mencionado anteriormente. Para garantizar una buena prolificidad es recomendable, en cerdas que se van a cubrir por primera vez, la práctica del "flushing". El "flushing" consiste en incrementar la cantidad de alimento disponible para las cerdas durante las dos semanas previas a la cubrición para volver a restringir la alimentación después de la cubrición.

Beltranema y col. (1991a) demostraron que la limitación del pienso en en recria al 50-65% de la alimentación *ad libitum* tenía un efecto negativo sobre la tasa de ovulación en el primer y segundo estro. La realimentación incrementó el número de ovitaciones hasta los valores de las hembras alimentadas *ad libitum*, pero sin producir una respuesta superovocitatoria.

El incremento en el número de ovocitos, posterior a la realimentación parece estar mediado por la insulina y su efecto sobre la producción de la hormona LH y sobre el ovario. Beltranema y col., (1991) observaron mayores concentraciones de LH en animales a los que se había practicado el "flushing". Este mismo efecto fue observado por Booth y col., (1996) en cerdas de 75 kg. a las que se restringió durante 7 días y después se realimentó *ad libitum*, o se restringió durante una semana.

Como se puede apreciar en el **cuadro V**, los animales realimentados presentaban mayor número de folículos y unas mayores concentraciones de LH en plasma.

Booth y col. (1996) atribuyen este efecto al cambio en los niveles de glucosa y de insulina producidos por la

realimentación. Este efecto sería mediado por la influencia directa sobre la secreción de LH (Tokach y col., 1996; Ramírez y col., 1994) así como de forma directa a nivel ovárico sobre el desarrollo folicular (Matamoros y col., 1991; Cosgorve y col., 1992).

Periodo de gestación

Las líneas genéticas seleccionadas para la producción intensiva en ganado porcino presentan la particularidad de que las

CUADRO II. Evolución de la productividad de las cerdas en el Reino Unido (1988-1997) Fuente: MLC, 1998.

	1988	1990	1992	1994	1996	1997
Lechones nacidos vivos/camada	10,69	10,72	10,76	10,79	10,84	10,89
Lechones destetados/camada	9,50	9,43	9,50	9,53	9,60	9,69
Lechones destetados/cerda/año	21,6	21,1	21,5	21,3	21,7	21,8
Reposición (%)	38,5	40,0	41,0	40,0	44,2	42,3

reproductoras siguen creciendo hasta el cuarto o quinto parto. Por lo tanto, la alimentación, durante el período de gestación, debe garantizar el buen desarrollo fetal, el crecimiento de la cerda y la recuperación de las reservas grasas y proteicas movilizadas durante la lactancia anterior.

El período de gestación se podría dividir en tres fases:

- La primera, o de implantación, dura desde el momento de la cubrición hasta las tres semanas.
- La segunda fase, o de recuperación, es la más larga y se debe alimentar a la cerda en función de su condición corporal.
- La tercera fase comprende el último

mes de gestación y es la de mayor desarrollo fetal y mamario. El período de gestación se considerará de forma global, haciendo referencia a momentos específicos del mismo cuando se considere necesario.

Las necesidades energéticas y proteicas, durante el período de gestación, se pueden calcular, como en el caso de los crecimientos, de forma factorial, considerando las necesidades de mantenimiento, las de crecimiento y las de desarrollo fetal.

En el **cuadro VI** se incluyen las necesidades energéticas y proteicas de cerdas con pesos diferentes y con distintos crecimientos esperados, considerando camadas de 12 lechones, una temperatura ambiente de 20 °C y una ración con 3.000 kcal. de EM/kg.

Los valores calculados con el modelo del NRC (1998) representan las medias para todo el período de gestación, aunque posteriormente se discute cómo se debe hacer la distribución del pienso durante este período. Los valores calculados de

esta forma tienen que interpretarse, como siempre, como valores mínimos y no necesariamente como recomendaciones prácticas. Además, hay que tener en cuenta que estos cálculos se han hecho considerando una temperatura ambiental óptima y que habría que corregirlos cuando la temperatura es inferior.

En un trabajo publicado recientemente, Mahan (1998) estudió la interacción de dos niveles de consumo de un pienso con 3.240 kcal EM/kg. y dos concentraciones de proteína bruta (13% y 16%) en piensos de gestación a lo largo de cinco partos. Mahan (1998) concluye que las primíparas requieren mayores cantidades de proteína en gestación pero que, en cerdas de mayor edad, un 13% de proteína era adecuado con los consumos elevados de pienso que éstas tienen.

Estos valores estarían en concordancia con los calculados con el modelo del NRC (1998) que se muestran en el **cuadro VI**. La estimación del NRC (1998) da una concentración proteica de 38 a 40 g. de proteína bruta/Mcal de EM y Mahan (1998) utiliza una relación proteína bru-

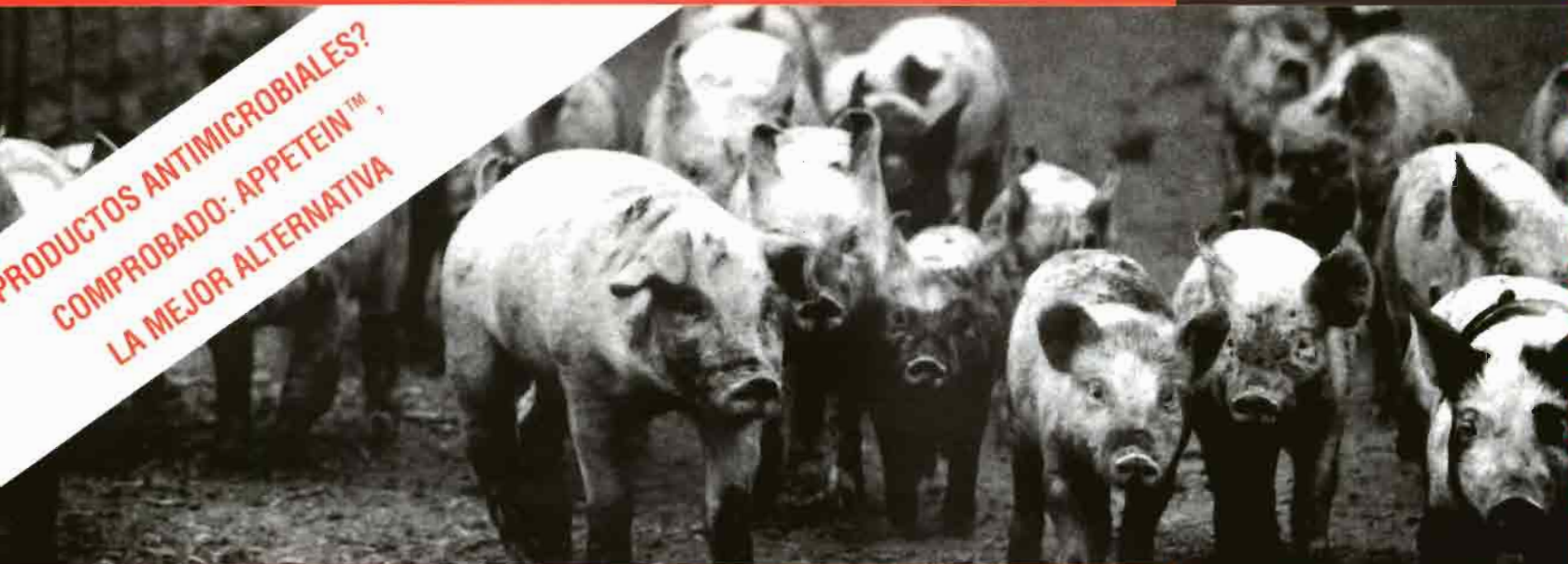
CUADRO III. Rendimientos de cerdas según el peso vivo y el valor P₂ en la primera cubrición. Fuente: Challinor y col., 1996.

Peso vivo a la cubrición (kg.)	P ₂ a la cubrición (mm)	Nº de lechones nacidos	
		Parto 1	Parto 1-5*
117	14,6	7,1	51,0
126	15,8	9,8	57,3
136	17,7	10,3	56,9
146	20,0	10,5	59,8
157	22,4	10,5	51,7
166	25,3	9,9	51,3

*Sólo cerdas que realmente tuvieron 5 partos.

GRACIAS A APPETEIN, AHORA COMEN COMO CERDOS.

PRODUCTOS ANTIMICROBIALES?
COMPROBADO: APPETEIN™,
LA MEJOR ALTERNATIVA



Es la historia de siempre:
se separa al lechón de su madre,
echa de menos su leche,
no quiere comida seca, pierde
peso, se pone enfermo...

¿Y cómo termina?

El granjero pierde dinero.

Para evitar este triste
final, APC ha creado

Appetein®, la proteína de plasma
más eficaz que cualquier otra fuente
de proteínas del mercado. Appetein
es un poderoso suplemento nutri-

cional que facilita el destete del
lechón, aumentando el consumo
de comida y su crecimiento en un
30%. Además, su forma granu-
lada es más fácil de manejar.

Appetein garantiza
un excelente resul-
tado cuando se
incluye en el

alimento de los lechones y mejora
su salud en todos los aspectos.
Sin embargo, no espere que me-
joren sus modales.



Mejore la calidad
de sus productos
con Appetein.



APC EUROPE

c/ Tarragona 161, 12^a- 08014 Barcelona (Spain)
tel. 93 2925300 fax. 93 2925196 e.mail: feed@ampc-europe.com

Distribuidor para España:

ITPSA (Industrial Técnica Pecuaria, S.A.) Av. de Roma, 157 - Plta. 7
08011 Barcelona tel 93 452 03 30 fax. 93 452 03 31

CUADRO IV. Estimación de crecimientos de hembras de reposición según el aporte energético y necesidades proteicas para conseguirlos, según el modelo del NRC (1998)^a

Peso Vivo (kg)	Crecimiento esperado (g./día) Kcal EM/día			Necesidades lisina (g./día) Kcal EM/día		
	6.900	7.000	7.100	6.900	7.000	7.100
100	709	725	742	15,6	15,9	16,2
110	674	691	708	15,3	15,6	15,9
120	643	660	676	15,1	15,4	15,7
130	615	631	647	15,0	15,2	15,5

^a Valores calculados a 20 °C para líneas genéticas con una deposición media de 325 g/día de tejido magro de 20 a 120 kg. Para otros valores de deposición magra habría que recalcular estos valores.

ta/energía metabolizable de 40 g/Mcal.

En cuanto a la concentración de los distintos aminoácidos, las necesidades de lisina calculadas con el modelo del NRC (1998) se situarían en 13 g./día para las cerdas de 130 kg. con 12 lechones. Este valor es superior a los 8,2 g lisina/día que se recomendaban en el NRC (1988) y está más próximo a las recomendaciones que se hacen a nivel práctico de 14-16 g./día. Las necesidades del resto de aminoácidos se deben establecer según el concepto de proteína ideal, dando a la lisina el valor 100.

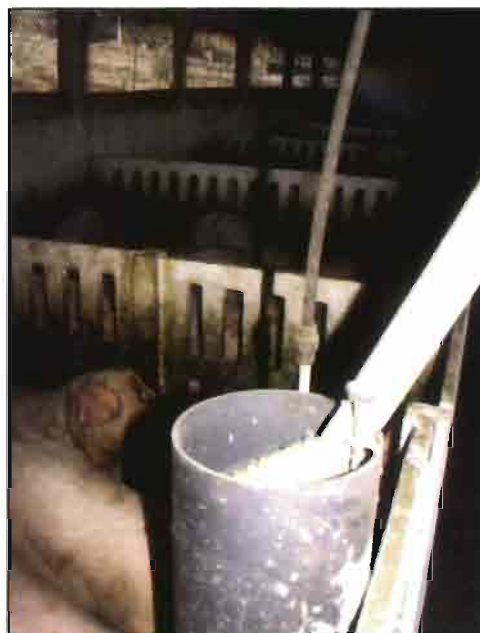
En el **cuadro VII** se incluyen las estimaciones de proteína ideal según distintas fuentes de información. Debe destacarse que, en el caso del NRC (1998), hay variaciones en la composición de la proteína ideal en gestación, porque se calculan los valores utilizando los modelos y, cuanto mayor es el peso de la cerda, menor importancia tiene el componente de crecimiento, con lo que la proporción de los distintos aminoácidos respecto a la lisina varía.

En contraste con los consumos energéticos estimados, según el modelo del NRC (1998) y por Mahan (1998), Dourmad y col. (1996) estiman que, para garantizar el restablecimiento de reservas perdidas durante la lactancia, hay que suministrar 8.500 kcal de ED/día. Sin embargo, hay que tener en cuenta que, en el trabajo de Dourmad y col., (1996), se suministró un pienso de gestación desde el destete hasta la siguiente cubrición y que, si se hubiera suministrado durante este período un pienso de mayor contenido nutritivo, posiblemente, las necesidades energéticas hubieran sido menores.

Este tipo de divergencias nos da una clara idea de que la alimentación de la hembra reproductora se de-

be considerar de forma integral y no por períodos o fases del ciclo aislados.

Conviene destacar la importancia que adquieren, durante el periodo de gesta-



El alimento de la reproductora debe ser integral.

ción, las necesidades energéticas de mantenimiento, que se sitúan como media en valores en torno al 75%, excepto en hembras en la primera gestación, en las que

el componente de crecimiento es todavía importante y va disminuyendo en importancia hasta el cuarto o quinto parto. Como consecuencia, el consumo necesario, para cubrir las necesidades de la hembra es inferior al que se daría con alimentación *ad libitum* y, por lo tanto, hay que racionar la cantidad de alimento suministrado diariamente.

Un buen programa de alimentación en gestación debe asegurar un adecuado suministro de nutrientes, así como garantizar un elevado consumo durante la lactación.

Alimentación en la primera fase de gestación

Durante esta fase es recomendable disminuir la cantidad de alimento suministrado para garantizar una buena implantación embrionaria. Algunos autores concluyen que un nivel alto de alimentación en los primeros 10-15 días de gestación aumenta la mortalidad embrionaria (Hartog y Kempen, 1990; Dyck y Strain, 1983; Baidoo y col., 1992), mientras que otros no encontraron ningún efecto en primíparas ni en múltiparas (Pharazyn y col., 1991; Toplis y col., 1983; Kirkwood, 1990).

En algunos casos, los efectos de altos niveles de alimentación previos a la cubrición (incremento de las ovulaciones) se confunden con los efectos negativos de niveles altos de alimentación después de la cubrición. Jindal y col., (1996) diseñaron un experimento en el que se redujo el consumo diario de pienso de cerdas en la primera cubrición 2,5 kg/día (2.985 kcal/kg.) a 1,9 kg/d (1,5 veces las necesidades de mantenimiento) en el día 1 de gestación (N1) o en el día 3 (N3) y otro grupo de cerdas siguió consumiendo 2,6 kg/d (2 x mantenimiento). A los 15 días, se cambió a todos los animales a un régimen común de consumo de 1,8 kg/día. A los 25 días de gestación se determinó el ritmo de ovulación y la supervivencia embrionaria, así como las concentraciones de progesterona en plasma (**Cuadro VIII**).

De esta forma se demuestra, no sólo la importancia de la reducción del plano de alimentación tras la cubrición, sino la necesidad de que dicha reducción se haga de forma inmediata, ya que si se retrasa en unos días puede tener efectos adversos sobre la supervivencia embrionaria.

La disminución de la supervivencia embrionaria está relacionada con una disminución de los niveles de progesterona. Foxcroft y col., (1996) sugieren que se debe a la

CUADRO V. Efecto de la realimentación de cerdas tras un período de restricción de 7 días sobre el volumen de líquido folicular, número de folículos, peso uterino y LH en plasma. Fuente: Booth y col. (1996).

	Restringidas	Realimentadas	P
Volumen de líquido folicular (µL)	17,7	42,3	< 0,01
Número total de folículos	40,3	54,3	< 0,01
Peso uterino, g.	47,4	58,7	< 0,05
Concentración media de LH en plasma, (ng/mL)			
Día 8	0,23	0,44	< 0,05
Día 10	0,19	0,33	< 0,04
Día 12	0,21	0,32	< 0,05
Día 14	0,28	0,40	< 0,06

CUADRO VI. Necesidades energéticas y proteicas de cerdas durante el período de gestación, calculadas con el modelo NRC (1998)¹.

Peso Vivo (kg)	Ganancia materna (kg)	Ganancia Fetos (kg)	EMm (kcal/d)	EM (kcal/d)	EMm (%de EM)	Consumo (kg/d)	Proteína Bruta (%)	Lisina (%)
130	40	27	4.081	7.358	55	2,45	12,2	0,53
150	30	27	4.543	6.988	65	2,33	12,0	0,52
180	25	27	5.209	7.224	72	2,41	11,6	0,49
200	20	27	5.637	7.237	78	2,41	11,4	0,47
220	15	27	6.055	7.243	83	2,41	11,1	0,46
240	10	27	6.463	7.243	89	2,41	10,9	0,44
260	5	27	6.863	7.236	94	2,41	10,7	0,42
280	5	27	7.256	7.719	94	2,57	10,5	0,41

¹ Considerando una temperatura ambiente de 20 °C, una camada de 12 lechones, un pienso con 3.000 kcal EM/kg y una EMm (kcal/día)= 106TPV^{0,75}.

mayor metabolización de la progesterona en el hígado, como consecuencia de la llegada de un mayor flujo sanguíneo debido al mayor plano de alimentación. Esta explicación vendría reforzada por la demostración de que la administración de progesterona exógena, después de la cubrición, disminuye la mortalidad embrionaria en primerizas con un alto nivel de alimentación (Ashworth, 1991).

Alimentación en la fase central de la gestación

Durante esta fase hay que considerar dos aspectos en la nutrición de la cerda.

En primer lugar, a partir de los 50 días de gestación se produce la hiperplasia de las fibras musculares del feto. Además, la duración relativamente larga de este período permite recuperar las reservas corporales perdidas durante la lactancia anterior. Por tanto, puede parecer adecuado alimentar por encima de las necesidades calculadas, para conseguir un buen desarrollo fetal y paralelamente recuperar la condición de la cerda. Sin embargo, los resultados experimentales indican que hay que tomar precauciones para evitar una sobrealimentación.

Dwyer y col., (1994) observaron una

tendencia al aumento del número de fibras musculares y mayor peso al sacrificio cuando se suministraron 5 kg/d de un pienso con 2.875 kcal EM/kg. entre los 25 y 50 días de gestación. Sin embargo, Musser y col. (1997) no detectaron ningún efecto sobre el número ni sobre el peso fetal cuando se incrementó el consumo energético en 3,5 veces entre los 29 y 45 días de gestación. Por tanto, no disponemos de datos concluyentes que permitan hacer una recomendación para aumentar el plano de alimentación entre los 25 y 50 días de gestación para aumentar la masa muscular de los fetos.

INFORMATICA Y GESTION GANADERA

SAQUELE EL MAXIMO BENEFICIO A SU GANADERIA

- ▼ ISAPORC (porcino)
- ▼ ISALACT (vacuno leche)
- ▼ ISACARNE (vacuno carne)
- ▼ ISAOVINO (leche / carne)
- ▼ ISALIM (racionamiento)
- ▼ ISAGRUPO (ADS, COOP, SAT)
- ▼ Formación y mantenimiento

... y una gama de 11 programas de gestión agrícola-ganadera

Tel.: 96/356 82 30

Fax: 96/356 82 32



ISAGRI

Nº1 en soluciones informáticas para ganadería

Novedad
ISAPORC para
Windows



REMITIR A ISAGRI

Avda Blasco Ibáñez, 194-11
46022 VALENCIA

Deseo recibir información sobre las soluciones ISAGRI

Nombre :

Dirección :

C.P. :

Localidad :

Tfno :

Fax :

CUADRO VII. Composición de la proteína ideal según distintas fuentes.

Aminoácido	ARC (1981)	ITP (1991)	JSR (1992)	NRC (1988)	NRC (1998) 125 kg PV	NRC (1998) 200 kg PV
Lisina	100	100	100	100	100	100
Metionina + Cistina	67	68	53	53	67	72
Treonina	84	85	70	70	75	83
Triptófano	16	18	21	21	19	20
Isoleucina	86		70	70	58	59

CUADRO VIII. Ganancia media, ovulaciones, número total de embriones, supervivencia embrionaria y concentraciones de progesterona en cerdas sometidas a tres regímenes alimentarios durante los primeros 15 días de gestación. Fuente: Jindal y col. (1996).

Grupo	Ganancia de 0 a 15 d. (kg)	Nº de ovulaciones	Nº de embriones	Supervivencia embrionaria (%)	Embriones viables	Progesterona en plasma (ng/mL)
N1 ¹	9,85	14,50	12,41	85,93	12,25	10,5
N3 ²	11,40	14,95	11,54	77,35	11,04	3,7
H1 ³	12,58	14,95	10,19	66,96	9,80	4,5

¹ N1: 1,5 x mantenimiento desde el día 1 hasta el día 15 de gestación.

² N3: 2 x mantenimiento hasta el día 3 de gestación y 1,5 x mantenimiento del día 3 al 15 de gestación.

³ H1: 2 x mantenimiento desde el día 1 hasta el 15 de gestación.

El objetivo principal de la alimentación, durante esta fase, es reconstituir las reservas corporales para que la hembra pueda afrontar la próxima lactación con garantías, con una valoración de condición corporal=3.

Con la reconstitución de reservas corporales hay que evitar la acumulación excesiva de grasa, puesto que ésta podría limitar de forma importante el consumo de la cerda en lactación y su posterior productividad. Xue y col., (1997) alimentaron cerdas con 6,5 Mcal de EM/día u 11 Mcal de EM/día a partir del día 35 de gestación. Las cerdas que recibieron la mayor cantidad de energía terminaron la primera gestación con mayor peso y más grasa dorsal, pero consumieron menos pienso durante el período de lactación, tuvieron peor tolerancia a la glucosa y tuvieron un intervalo destete-celo más prolongado (Cuadro IX).

De forma similar, Revell y col., (1998) produjeron cerdas del mismo peso en el momento de iniciar la primer lactancia pero con diferente composición corporal (engrasadas, 340 g grasa/kg, peso vivo o magras, 280 g/kg, de peso vivo) manipulando la composición del pienso de gestación. Los resultados de Revell y col (1998) son similares a los de Xue y col., (1997) en cuanto a consumo durante lactación. Además, Revell y col., (1998) atribuyen

las diferencias observadas en consumo a la mayor concentración de ácidos grasos no esterificados en el plasma de las cerdas grasas.

Podemos concluir, por tanto, que durante la fase media de la gestación tenemos que alimentar a las cerdas de forma que lleguen al parto en una buena condición corporal, pero tratando de evitar un engrasamiento excesivo.

Alimentación en la fase final de la gestación

A partir del día 90 de gestación se produce un incremento de las necesidades para mantener el desarrollo fetal. Por tanto, es recomendable ir incrementando el plano de alimentación durante esta fase. Sin embargo, hay que tener en cuenta que no se debe sobrealimentar a la cerda, como se ha explicado en el apartado anterior.

Como recomendación práctica, el aumento de grasa dorsal entre cubrición y parto no debe ser superior a 2 mm, con una condición corporal de la cerda en el rango de 3,5.

Periodo de lactación

La limitación más importante, durante el período de lactación, es la capacidad de ingestión de alimento de la cerda. En

líneas hiperprolíficas es necesario conseguir la mayor producción de leche posible para garantizar el crecimiento máximo de los lechones y la menor reducción de peso posible.

En el cuadro X se incluyen las necesidades de cerdas lactantes a distintos pesos con una camada de 12 lechones, calculadas con el modelo NRC (1998).

Estos datos nos demuestran la importancia de conseguir consumos lo más elevados posibles, puesto que diferencias relativamente pequeñas en consumo se pueden transformar en pérdidas importantes de peso, que no permitirían una buena reproducción en partos posteriores.

Esta influencia negativa sobre la reproducción en ciclos siguientes está influenciada por el efecto de la alimentación en la producción de la hormona LH. Koketsu y col., (1996) demostraron que una limitación en el consumo de energía en cualquier momento de la lactación incrementa el intervalo destete-celo. Se ha observado que la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH están relacionados directamente con las concentraciones de insulina y glucosa entre los 7 y 21 días de lactación. La secreción de LH no se ve sólo afectada por la alimentación energética sino también por la proteica. Jones y Stahly (1995) demostraron que un consumo insuficiente de aminoácidos afecta

CUADRO IX. Efecto del consumo energético durante la gestación sobre la productividad de cerdas primerizas y en el intervalo destete-celo. Fuente: Xue y col. (1997).

Consumo energía (Mcal/día)	Nacidos vivos	Peso de la camada (kg.)			Consumo lactación (kg./d)	Intervalo destete-celo (días)
		Nacimiento	10 días	Destete		
6,5 (Normal)	9,6	14,5	34,2	59,7	3,21	6,4
11 (Alto)	8,4	13,1	33,6	57,0	4,52	8,1

PALBIO, el nuevo concepto de la digestibilidad

Mejora la **DIGESTIBILIDAD**,
la **APETENCIA** y el **CRECIMIENTO**

Hidrolizados multi-enzimáticos
de proteínas

En piensos de iniciación
para dietas de lechones

Productos con calidad
farmacéutica



DIGESTIONES MÁS LIGERAS

PALBIO 411 TRP Y 450 TRP

Proteínas de alto valor biológico y digestibilidad para potenciar el crecimiento, el índice de conversión y el consumo de pienso del lechón. Un exclusivo proceso de **hidrólisis enzimática específica** asegura la calidad de nuestros productos gracias a la garantía de **Laboratorios Bioibérica**, especialista en hidrolizados multi-enzimáticos de proteínas y exportador mundial de especialidades farmacéuticas, dietéticas, cosméticas, veterinarias y agroquímicas.



BIOIBERICA



cGMP

CUADRO X. Cálculo de las pérdidas de peso esperadas en lactación en función del consumo energético, calculadas con el modelo del NRC (1998)¹. Fuente: estimaciones propias a partir del modelo NRC (1998).

Mcal EM/día	kg pienso/día (3.400 kcal EM/kg.)	Peso al parto (kg.)			
		175	200	225	250
18,0	5,29	3,0	5,2	7,4	9,5
17,5	5,15	5,1	7,3	9,4	11,5
17,0	5,00	7,1	9,3	11,5	13,6

¹ Calculado con una camada de 11 lechones y un crecimiento diario por lechón de 200 g.

CUADRO XI. Composición en aminoácidos de la leche de cerda. Fuente: Pettigrew (1995).

Aminoácido	g/16 g N	AA/lisina
Arginina	4,93	0,66
Histidina	3,02	0,40
Isoleucina	4,11	0,55
Leucina	8,60	1,15
Lisina	7,50	1,00
Metionina	1,94	0,26
Metionina + Cistina	3,40	0,45
Fenilalanina	4,12	0,55
Aromáticos	8,42	1,12
Treonina	4,38	0,58
Triptófano	1,32	0,18
Valina	5,50	0,73

negativamente al intervalo destete-celo, debido a la menor secreción de LH y que este efecto era ya evidente el día 10 de lactación.

Existe una gran variabilidad en la estimación de las necesidades de aminoácidos y, en particular de lisina, durante el período de lactación. Estas diferencias se deben a diferencias en la demanda de leche (determinadas por tamaño de camada, número de parto, momento de la lactación), en las reservas corporales al inicio de la lactación, en el contenido energético del pienso y en la cantidad de proteína movilizada durante la lactación, además de la utilización de distintos métodos para determinar las necesidades (Carrión y Coma, 1998).

Touchette y col., (1997) calcularon las necesidades de lisina para mantener un buen crecimiento de la camada en 33 g/día. Sin embargo, la cantidad necesaria para minimizar la movilización de proteína corporal fue de 52 g/día. En este estudio, la movilización de proteína corporal fue posible porque el espesor de la grasa dorsal

era superior a 20 mm y el aporte energético no era limitante.

La determinación de necesidades de otros aminoácidos se puede hacer teniendo en cuenta la composición de la leche de la cerda (**Cuadro XI**). De esta forma se puede calcular la composición de la proteína ideal en lactación, al igual que se calculaba en el caso de la gestación.

En el **cuadro XII** se incluye la composición de la proteína ideal según distintas fuentes.

Sin embargo, el perfil de aminoácidos extraídos del plasma por la glándula mamaria es diferente del que se determina en la leche. Trotter y col., (1997) observaron que en la glándula mamaria hay una retención significativa de arginina, leucina, isoleucina, valina, fenilalanina y treonina pero que no la hay de metionina, lisina ni histidina. Los aminoácidos retenidos podrían ser esenciales para funciones de mantenimiento de la glándula mamaria, síntesis de proteínas estructurales y utilización como fuentes de energía y, por tanto, quizá hubiera que modificar el perfil de la proteína ideal en lactación, con el fin de tener en cuenta estas funciones.

A medida que se vayan obteniendo más datos experimentales sobre este aspecto del metabolismo de la cerda lactante los podremos ir incorporando a los programas de alimentación en lactación.

Como resumen, podemos decir que, durante el período de lactación, tenemos

que garantizar el máximo consumo de pienso con altas concentraciones de nutrientes, debido a las elevadas necesidades de la cerda lactante. Para conseguirlo hay que tener un buen manejo general de la granja. Algunos aspectos a considerar son los siguientes (Carrión y Coma, 1998):

- Fomentar el consumo de alimento durante la lactación.

- Aumentar la frecuencia con la que se presenta el alimento a la reproductora a 3-4 veces por día.

- En el caso de alimentación líquida: prestar atención a la limpieza de los comederos, para mantener unas condiciones higiénicas del pienso adecuadas.

- Utilizar dietas de alto contenido en energía y en aminoácidos digestibles.

- Utilizar materias primas apetecibles y evitar el uso de las que no lo sean.

- Controlar la calidad de los piensos. Determinar la presencia de hongos o micotoxinas.

- Atender a la calidad del gránulo.
- Asegurar el acceso fácil a agua limpia y fresca.

- Efectuar un control adecuado de la temperatura en la sala de partos.

- Uno de los aspectos en los que no hay un acuerdo general es si la alimentación debe ser ad libitum desde el primer día o si debe incrementarse paulatinamente la cantidad de pienso, durante la primera semana, hasta proporcionar alimentación ad libitum.

Vitaminas y minerales

En los últimos años ha habido un creciente interés en estudiar el papel fisiológico de las vitaminas y de los minerales en los procesos de reproducción y en analizar si había que modificar las estimaciones de sus necesidades.

Vitaminas

Las vitaminas desempeñan su función como cofactores en distintos procesos metabólicos y biológicos. A medida que se ha ido profundizando en el conocimiento de los mecanismos de transporte a nivel uterino y en la incorporación de vitaminas al feto, se ha observado que, quizá, sería necesario revisar las necesidades de algunas de ellas para garantizar la máxima productividad de la cerda.

A continuación se exponen los mecanismos de incorporación de la vitamina A, vitamina E, vitamina C, ácido fólico y riboflavina, al aparato reproductor y las posibles implicaciones nutricionales que estas incorporaciones pueden tener.

Vitamina A

La vitamina A o retinol llega al feto a

CUADRO XII. Proteína ideal en lactación según diversas fuentes.

	ARC, 1981	ITP, 1991	JSR, 1992	NRC, 1988	NRC, 1998
Lisina	100	100	100	100	100
Metionina + Cistina	44	54	53	44	48
Treonina	63	66	65	63	65
Triptófano	19	18	19	19	18
Isoleucina	53	-	55	53	56

través de la proteína de transporte del retinol (RBP), sintetizada y secretada por el endometrio (Adams y col., 1981; Clawitter, 1990; Harney y col., 1993). La concentración de esta proteína aumenta 390 veces entre los días 10 y 13 postcubrición y se duplica entre los 19 y 30 días de gestación. También se ha observado que hay una buena correlación entre el tamaño del embrión y el contenido en retinol del fluido uterino (Trout y col., 1992; Seijas, 1995).

Para explicar esta correlación se le atribuyen a la proteína de transporte del retinol 3 funciones:

- Incorporación del retinol al feto.
- Protección de los tejidos fetales de los procesos de oxidación.
- Aportación de un sustrato apto para generar ácido retinoico y otros metabolitos del retinol biológicamente activos que intervienen en los procesos de diferenciación celular (Mangelsdorf y col., 1993).

El aumento de la concentración de vitamina A en el pienso no conlleva un aumento proporcional de retinol en sangre, puesto que esta vitamina se almacena en el hígado (Hoppe y col., 1992). La forma alternativa de administración es la inyección, aunque no hay datos que documenten el efecto de la inyección de retinol palmitato sobre la secreción de la proteína de transporte del retinol y la incorporación de retinol en los tejidos fetales.

Los efectos de la suplementación de vitamina A por inyección sobre la productividad de la cerda reproductora son contradictorios. Mientras Coffey y Britt (1993) observaron un aumento del tamaño de la camada tras inyectar 200 mg de β -caroteno, Tokach y col. (1994) no observaron ninguna mejora por la inyección de vitamina A, β -caroteno o ambos.

Vitamina E/selenio

Una deficiencia severa de vitamina E y/o selenio provoca resorción fetal y disminución del tamaño de la camada (Adams y col., 1949; Mahan y col., 1974). Aunque no se conoce con exactitud por qué se produce este efecto, se considera que el a-tocoferol y el selenio (a través de la glutatión peroxidasa) previenen los procesos oxidativos que podrían causar la disminución del tamaño de la camada.

El a-tocoferol cruza la barrera placentaria a un ritmo muy lento, lo que explica el bajo contenido de esta sustancia en los tejidos de los lechones recién nacidos (Mahan, 1991) y su dependencia del calostro y de la leche para aumentar sus reservas tras el parto. La concentración de vitamina E y Se en plasma disminuye durante los últimos 10 días de gestación, produciéndose una concentración en la glándula mamaria (Mahan, 1996). Durante la lac-

tación, la concentración de vitamina E y selenio en el calostro es 5 y 3 veces superior, respectivamente, a la de la leche (Mahan y Moxon, 1978; Mahan, 1994).

Otro factor a tener en cuenta es que, cuanto mayor es el número de parto, menor es la concentración de vitamina E en la leche y, por tanto, los lechones tienen un mayor riesgo de presentar deficiencias cuanto más adulta es la cerda (Mahan, 1991; Mahan, 1994).



Los resultados relativos a su influencia sobre la productividad de las cerdas en número de lechones nacidos son contradictorios (Babinszky y col., 1992; Mahan, 1994). Sin embargo, debemos considerar que cuando se aumenta la concentración de vitamina E en el pienso se aumenta también la concentración de a-tocoferol en el plasma y en distintos tejidos del lechón (Carrión, 1995). El aumento de la concentración de a-tocoferol en los tejidos del lechón puede tener efectos adicionales como prevenir toxicidad del hierro (Lanek y col., 1962; Tollerz, 1973) o mejorar la capacidad de respuesta inmunitaria de los lechones.

Riboflavina

La implicación de la riboflavina en los procesos reproductivos viene marcada por su presencia en las secreciones uterinas a

los 6-8 días post-cubrición (Murray, 1980). Bazer y Zavy (1988) demostraron que la administración de 100 mg de riboflavina a los 4-7 días tras la cubrición aumentaba el número de embriones vivos y el porcentaje de partos. Pettigrew (1996) también observó una mejora en el índice de partos cuando suplementaba niveles altos de riboflavina (entre 10 y 160 mg/día) durante las tres primeras semanas de gestación, pero no apreció un incremento de la prolificidad (**Cuadro XIII**).

Estos resultados positivos a la suplementación de riboflavina contrastan con la conclusión de Frank y col., (1984) de que un suministro de 6,4 a 6,6 mg. de riboflavina por día es suficiente para cubrir las necesidades de reproducción.

Acido fólico

Debido a su función como dador de unidades monocarbonadas y su intervención en la síntesis de timidina, la reacción limitante en la síntesis de DNA (Shane y Stokstad, 1985), se puede considerar la posibilidad de que las necesidades de ácido fólico se vean incrementadas durante las primeras fases del desarrollo fetal, cuando el ritmo de síntesis de DNA, RNA y proteína es elevado.

Con la suplementación de riboflavina en el pienso a 0,5 y 15 mg./kg se observó que aumentaba la concentración de folatos en el tejido fetal de forma lineal en nulíparas, pero no se apreció un aumento en la supervivencia embrionaria (Matte y col., 1993). Tremblay (1989) indicó que la suplementación con 5 mg. de ácido fólico/kg. de pienso en múltiparas aumentaba la supervivencia de los embriones a los 35 días de gestación. Matte y col. (1993) atribuyeron la diferencia entre el comportamiento de las nulíparas y las múltiparas a que la cantidad de óvulos producida es menor en las hembras nulíparas (13,8 vs 19,0 óvocitos/ciclo) y, por tanto, resulta más difícil detectar el efecto de concentraciones suplementarias de ácido fólico en el primer parto.

Esta interacción entre suplementación con ácido fólico y número de parto también fue descrita por Lindemann y Kornegay (1989) (**Cuadro XIV**). Durante el período de lactación no parece tan necesaria la inclusión de concentraciones adi-

CUADRO XIII. Efecto de la suplementación con riboflavina en el número de partos y tamaño de la camada. Fuente: Pettigrew y col., (1996).

	Riboflavina (mg./día)			
	10	60	110	160
Número de cubriciones	30	28	30	30
Número partos	20	24	28	28
Nacidos vivos	9,62	10,07	10,45	9,86

cionales de ácido fólico en el pienso (Pharazyn y Aherne, 1987).

Basándose en los distintos resultados experimentales obtenidos, el NRC (1998) ha incrementado su estimación de las necesidades de ácido fólico de 0,3 a 1,3 mg./kg.

Vitamina C

Zavy y col. (1982) observaron que la concentración de vitamina C es alta en secreciones uterinas y Petroff (1996) constató que la concentración en el cuerpo lúteo es 8 veces superior a la existente en los folículos en desarrollo.

Durante el período de gestación, los fetos dependen del aporte de ácido ascórbico de la madre para la síntesis de colágeno y para prevenir procesos de oxidación y su concentración es muy elevada en el feto. La relación de la concentración de ácido ascórbico en plasma del lechón con la de la madre es de 14:1 el día 112 de gestación (Brown, 1994). La síntesis de ácido ascórbico por parte de la cerda parece ser suficiente y no se ha visto una mejora en la productividad por suplementar el pienso de la cerda con vitamina C.

Minerales

Calcio y fósforo

El transporte de calcio a la leche se realiza por medio de proteínas de transporte similares a las existentes a nivel intestinal. Aunque no se ha demostrado la existencia de estas proteínas a nivel placentario se supone que también existen (Mahan y Vallet, 1997).

La deposición de calcio y fósforo en el tejido fetal es independiente de la cantidad suministrada en el pienso. En caso de un suministro limitante, se movilizan calcio y fósforo óseos, principalmente de las costillas y vértebras (Mahan y Fetter, 1982). La mayor necesidad de deposición de calcio y fósforo a nivel fetal se produce en la última parte de la gestación (Hansaard y col., 1966).

Al igual que ocurre durante la gestación, el suministro de calcio y fósforo en la leche es constante y, por tanto, se produce una mayor movilización de reservas

óseas cuanto mayor es el número de lechones en la camada (Maxson y Mahan, 1986). Si la aportación de calcio y fósforo en el pienso no es suficiente se pueden llegar a producir parálisis del cuarto posterior en los momentos de mayor demanda de estos nutrientes (Mahan y Fetter, 1982).

Hierro

El hierro es transportado por la uteroferrina al feto (Renegar y col., 1982; Roberts y Bazer, 1988), donde es utilizado para la síntesis de hemoglobina. La secreción de uteroferrina aumenta 41 veces del día 10 al 13 de gestación, cuando comien-



za la síntesis de sangre fetal y aumenta otras 25 veces del día 19 al 40 (Mahan y Vallet, 1997).

La suplementación con hierro produce sólo un efecto marginal sobre la concentración de hierro en los fetos, probablemente debido a que no hay un incremento de la secreción de uteroferrina (Ducsay y col., 1984; O'Connor, 1989; Guise y Penney, 1990) y a que la cerda dispone de mecanismos de transporte y almacenamiento del hierro.

Cromo

La función principal del cromo es actuar como cofactor del factor de tolerancia a la glucosa, ayudando en una mejor utilización de nutrientes. Se ha observado que la mortalidad de lechones nacidos de cerdas con mayor intolerancia a la glucosa es superior

durante la primera semana posterior al parto (Kemp, 1996). Por tanto, existe un potencial para mejorar la productividad numérica de la cerda tanto en número de lechones como en su peso al destete. Sin embargo, los resultados obtenidos son contradictorios, con resultados diferentes significativamente tras la adición de picolinato de cromo a 200 ppb y otros que no lo son (Lindemann y col., 1995a, 1995b).

Resumen y primeras conclusiones

A lo largo del presente trabajo se ha procedido a revisar la información más relevante existente sobre los programas nutricionales existentes, adaptados a los nuevas líneas genéticas, actualmente existentes en el marco del ganado porcino, es decir, a las cerdas de alta producción.

Con una finalidad eminentemente didáctica, se ha dividido en los siguientes periodos:

- Período de cría (que va a condicionar en gran medida la longevidad productiva de la cerda).
- Período de gestación, donde hay que tener presente que las actuales cerdas siguen creciendo hasta el cuarto o quinto parto.

A su vez, este periodo se puede dividir en tres fases:

- La primera es de implantación (cubrición-hasta las 3 semanas de gestación).
- La segunda o de recuperación (desde las 3 semanas hasta el último mes de gestación).
- La tercera o de final de gestación (último mes de gestación).

Cada una de estas fases, que son muy diferentes entre sí, requieren unas tecnologías de alimentación distintas que se han ido exponiendo a lo largo del artículo.

- Período de lactación, donde es clave la capacidad de ingestión de alimento por parte de la cerda reproductora.

La última parte del trabajo está dedicada al estudio de las vitaminas y los minerales dado que, en los últimos años, ha suscitado un creciente interés el estudio del papel de los mismos en la fisiología de la reproducción.

En cualquier caso, teniendo en cuenta la "evolución genética" que están sufriendo actualmente las distintas líneas de reproductoras porcinas, presentes en las explotaciones de élite, es muy posible que una parte significativa de la información quede, al menos parcialmente, desfasada en un período de tiempo no superior a los 5 años.

Ello puede dar una idea de dinamismo que impera en este subsector pecuario y que afecta directamente a todas las personas en él implicadas. ■

CUADRO XIV. Interacción ácido fólico x número de parto en la prolificidad de la cerda. Fuente: Lindemann y Komegay (1989).

Parto	Acido fólico (ppm)					
	0			1		
	1	2	3	1	2	3
Nº Nacidos	9,13	10,07	11,49	9,32	10,75	13,45
Nº Nacidos vivos	8,77	9,60	11,24	9,07	10,25	13,04
Nº Destetados	8,40	8,93	9,69	8,64	9,04	10,34