

En esta primera parte se abordan las necesidades referidas a los diferentes nutrientes de los cerdos durante la fase de cebo. En posteriores entregas se abordarán las alternativas existentes en la distribución y presentación de la ración.

Alimentación del cerdo en las fases de crecimiento y acabado (I)

Argimiro Daza
Dpto. de Producción Animal.
ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.

La alimentación de los cerdos durante el cebo constituye entre el 65%-70% del coste total de producción del kg de cerdo cebado con un peso vivo al sacrificio de unos 100-110 kg. La alimentación durante el cebo tiene una marcada influencia sobre los resultados productivos (ganancia diaria, índice de transformación del pienso), calidad de la canal (rendimiento, porcentaje de magro, partes nobles, engrasamiento), calidad del magro (color, pH, propiedades organolépticas, etc.) y calidad de la grasa (ácidos grasos, colesterol, etc.), aspectos que afectan a productores, industriales y consumidores. Por otra parte, la alimentación durante el cebo también tiene una repercusión importante en la producción de purín, nitrógeno, fósforo y otros elementos que contribuyen a la contaminación medioambiental. Así, por ejemplo, sólo un tercio de la proteína ingerida es retenida por el cerdo eliminándose los dos tercios restantes por las heces y orina.

Las anteriores consideraciones potencian, sin duda, la importancia de este capítulo



CUADRO I. Valores de los coeficientes B y P. sugeridos según sexo y potencial de crecimiento magro.

Potencial de crecimiento magro	Sexo	B	P. (kg)
Bajo	Macho entero	0,0115	42,5
	Hembra	0,0110	40
	Macho castrado	0,0105	37,5
Medio	Macho entero	0,0125	47,5
	Hembra	0,0120	45
	Macho castrado	0,0115	42,5
Alto	Macho entero	0,0135	52,5
	Hembra	0,0130	50
	Macho castrado	0,0125	47,5

Fuente: Whittemore, (1998).

CUADRO II. Efecto del tipo genético y del sexo sobre las necesidades de lisina digestible.

Genotipo	Línea sintética*		Large White*		Pietrain x Large White**	
	Macho entero	Macho entero	Hembra	Macho castrado	Macho entero	Macho castrado
Sexo	25-90		25-90		45-100	
Intervalo de peso vivo (kg)	25-90		25-90		45-100	
ED ingerida MJ/día (1)	26,8	27,6	28,3	30,9	36,6	38,7
GMD (g)	960	890	745	770	1096	1.014
Proteínas depositadas (g/día)	161	141	115	117	171	156
Lípidos depositados (g/día)	140	177	176	221	244	267
Necesidades de lisina (g/día)	18,2	16,0	13,3	13,4	19,5	17,8
Necesidades de lisina (g/MJ de ED)	0,68	0,58	0,47	0,44	0,53	0,46
Necesidades de lisina (% en el pienso)	0,91	0,78	0,63	0,58	0,71	0,62
Contenido de proteínas de la GMD	16,8	15,9	15,6	15,2		
Coefficiente alométrico de las proteínas	1,05	1,01	0,99	0,98		
Coefficiente alométrico de los lípidos	1,29	1,36	1,43	1,62		

(1) 90 al 95% de la ingestión *ad libitum*, pienso con 13,4 MJ de ED por kg (3,2 Mcal por kg). Las necesidades de lisina digestible se han calculado como la suma de las necesidades de mantenimiento y las de lisina retenida.
Fuente: Noblet *et al.*, (1994)* y Quiniou *et al.*, (1996)** (Tomado de Noblet y Quiniou, (1999)).

de la alimentación porcina, por lo que en las líneas que siguen vamos a abordar algunos aspectos referidos al mismo.

Necesidades nutritivas de los cerdos de cebo

Energía

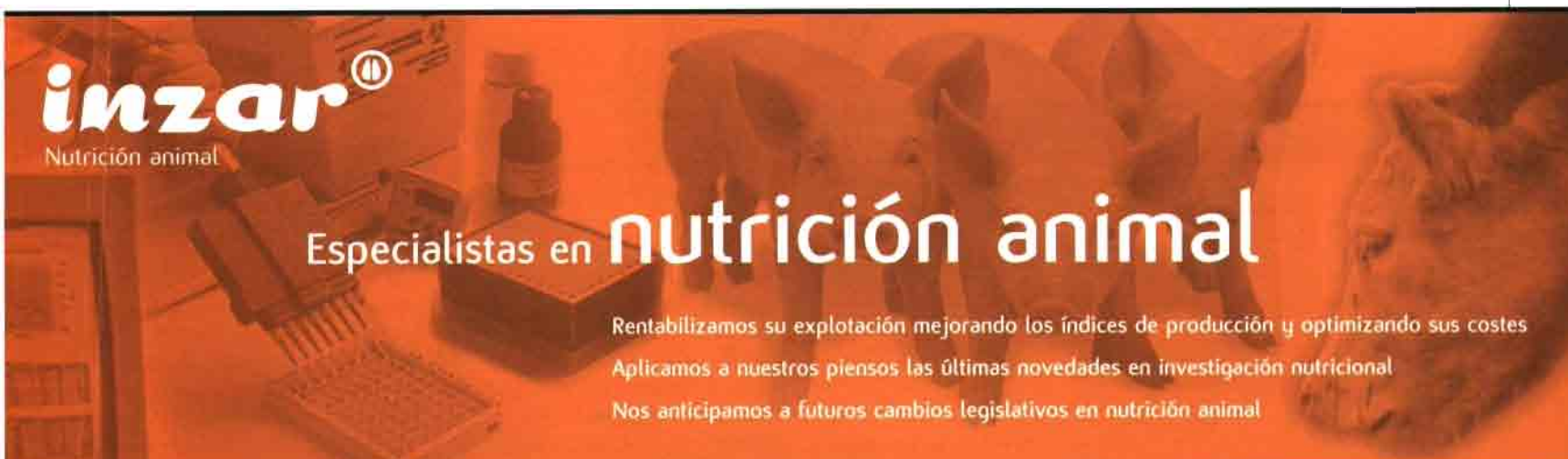
Las necesidades energéticas de mantenimiento (E_m) de los cerdos en crecimiento y aca-

bado se han estimado en 110 kcal de energía digestible (ED) ó 105,6 kcal de energía metabolizable (EM) ($EM = 0,96 * ED$) por kilogramo de peso metabólico $PV^{0,75}$ (PV peso vivo del cerdo) (NRC, 1998), en 0,440 MJ (megajulios) (1 MJ = 4,18 megacalorías MC) de energía metabolizable (EM) por $PV^{0,75}$ ó en 1,05 MJ de EM por kilogramo de peso vivo elevado a 0,60 ($PV^{0,60}$) (Noblet *et al.*, 1999)

siendo esta última estimación la más elevada.

La energía necesaria para el mantenimiento de la temperatura corporal se estima en 4,3 y en 2,87 kcal de EM por kg $PV^{0,75}$ y por °C por debajo de la temperatura crítica inferior del intervalo termoneuro para cerdos alojados individualmente o en grupo respectivamente.

Las necesidades energéticas de crecimiento (E_c) dependen




inzar®
Nutrición animal


Especialistas en nutrición animal

Rentabilizamos su explotación mejorando los índices de producción y optimizando sus costes
Aplicamos a nuestros piensos las últimas novedades en investigación nutricional
Nos anticipamos a futuros cambios legislativos en nutrición animal

<p>servicio técnico</p> <ul style="list-style-type: none"> Formulación Nutrición Control sanitario Asesoría de patología Asesoría genética Asesoría de producción 	<p>rumiantes</p> <ul style="list-style-type: none"> Productos destinados al destete precoz de terneros Núcleos de arranque para terneros lactantes Núcleos de entrada pasteros a cebadero Macrocorrectores Microcorrectores Aditivos 	<p>laboratorio</p> <ul style="list-style-type: none"> Análisis clínicos Microbiología, parasitología y serología veterinaria Control de calidad de piensos, materias primas y aguas 	<p>porcino</p> <ul style="list-style-type: none"> Lactoiniciadores y prestarter Núcleos (primeras edades y entrada a cebadero) Microcorrectores Macrocorrectores Gama para cerdo ibérico 	<p>I+D+I</p> <ul style="list-style-type: none"> Primeras edades porcino Ensayos nutricionales Experimentaciones previas en módulos de ambiente controlado Know-How
--	---	---	--	---



www.inzar.net Julio García Condoy, 42 local. 50018 Zaragoza Tel 976 737 100 Fax 976 736 998 e-mail: inzar@inzar.net



CUADRO III. Influencia del racionamiento energético sobre la retención de proteínas y de lípidos y sobre las necesidades de lisina de machos Pietrain x Large White entre 45 y 100 kg de peso vivo.

ED ingerida (MJ/ día)	20,8	23,7	26,8	29,8	36,6
% de la ingestión <i>ad libitum</i>	57	65	73	81	100
Ganancia media diaria (GMD) (g)	713	816	930	1.022	1.096
Retención de proteína (g/día)	126	141	166	171	171
Proteína/ganancia del peso vivo vacío (%)	18,6	18,0	18,2	17,4	16,7
Retención de lípidos (g/día)	70	105	120	187	244
Lípidos/ganancia del peso vivo vacío (%)	11,4	14,5	14,0	19,1	23,7
Necesidades de lisina (g/día)	14,6	16,2	18,9	19,4	19,4
Necesidades de lisina (% en el pienso)	0,94	0,92	0,94	0,87	0,71

Pienso con 13,4 MJ de ED por kg. Las necesidades de lisina digestible se han calculado como la suma de las necesidades de mantenimiento y las de lisina retenida.
Fuente: Quiniou *et al.*, (1996). Tomado de Noblet y Quiniou, (1999).



CUADRO IV. Necesidades de lisina total (%) según sexo y potencial de crecimiento magro.

Peso y sexo	Crecimiento magro		
	Mediano (300 g/d)	Mediano-Alto (325 g/d)	Alto (350 g/d)
20-50 MC:H (1:1)		0,95	
50-80 MC	0,67	0,72	0,77
50-80 H	0,76	0,82	0,88
80-120 MC	0,53	0,57	0,60
80-120 H	0,60	0,64	0,69

MC = macho castrado, H = hembra. Fuente: NRC, (1998).

de la cantidad de proteína y lípidos depositados. La energía neta (EN) de 1 g de proteína y lípidos depositados es de 23,8 y 39,5 kJ respectivamente, lo que equivale a 5,69 y 9,45 kcal. Los coeficientes de eficacia de la EM para la deposición de proteína (K_p) y lípidos (K_l) son, según Noblet *et al.* (1999), del 60% y 80% respectivamente. Los valores de K_p y K_l según la NRC (1998) son 53% y 76%, para la ARC (1981) 54% y 75% y para Whittemore (1998) 44% y 75%. El valor de K_p disminuye a medida que aumenta el peso del animal de manera que para pesos superiores a

100 kg podría alcanzar valores entre el 35% y 40%. Sin embargo, el valor de K_l aumenta con la concentración de grasa de la ración pudiendo ascender a valores próximos al 90% (Whittemore, 1993).

Consumo de pienso

Según la NRC (1998) el consumo medio diario de pienso en kg de los cerdos entre 20 y 120 kg de peso vivo (Y) responde a la ecuación:

$$Y = (1250 + 188 X - 1,4 X^2 + 0,0044 X^3) / 3.400$$

en donde X es el peso vivo expresado en kg y 3.400 es la concentración del pienso en ED por kg.

Según Whittemore (1993), el consumo diario de mantenimiento se aproxima a 0,03 kg de $PV^{0,75}$ y el diario total de 0,11 a 0,13 por kg de $PV^{0,75}$. El consumo de pienso aumenta con temperaturas por debajo de la crítica inferior del intervalo termoneuro y se reduce cuando la temperatura aumenta por encima de la temperatura crítica superior. Los cerdos con elevado potencial de crecimiento magro tienen un consumo menor que los de bajo potencial apareciendo las diferencias, fundamentalmente, en la fase de acabado (Knap, 2002). Los machos enteros consumen menos que las hembras y éstas menos que los machos castrados. La densidad energética y otros componentes del pienso también pueden afectar al consumo diario. La utilización de piensos con elevada concentración energética es interesante cuando el consumo es inferior al potencial productivo de los

animales, mientras que la administración de piensos con baja concentración puede ofrecer ventajas económicas cuando la capacidad de ingestión sea elevada.

Proteína

Según Whittemore (1993), las necesidades de mantenimiento diarias de proteína ideal P_m responden a la expresión:

$$P_m (g) = 1,3 (PV^{0,75})$$

o bien pueden también estimarse mediante: $P_m (g) = 4 P_i$ en donde PV es el peso vivo del cerdo expresado en kg y P_i es la masa de proteína corporal expresada en kg para un peso-edad determinados del animal. El valor de P_i se estima como 0,17 PV o como 0,14 PV para cerdos de elevado y bajo potencial de crecimiento magro respectivamente.

La proteína diaria retenida P_r , expresada en g, puede estimarse mediante la ecuación:

$$P_r = 1000 \cdot B \cdot P_i \cdot \ln (P_a / P_i)$$

en donde B es un coeficiente de crecimiento, variable según tipo genético y sexo del cerdo, y P_a es la masa de proteína corporal expresada en kg correspondiente al animal adulto, también variable según los dos factores precitados (**Cuadro I**) (el valor de P_i ya ha sido indicado). La ecuación anterior sobrevalorada, alrededor de un 25%, la proteína retenida en relación con otras estimaciones. La relación entre lípidos retenidos y proteína retenida aumenta con el peso vivo. A los 20-30 kg, probablemente, sea menor que la unidad y entre 40-60 kg, probablemente, se aproxime a la unidad. Desde 60 kg hasta el sacrificio (100-130 kg) la relación se va incrementando con el peso vivo, de modo que la relación puede llegar a dos al final del periodo de acabado. Es importante, en este sentido, que se tenga en cuenta que la precitada relación es variable según el tipo genético (potencial de crecimiento magro) y sexo. Así, por ejemplo, en un macho castrado de una línea

CUADRO V. Patrones de aminoácidos (%) para mantenimiento y para retención de proteína.

Aminoácido	Mantenimiento	Retención de proteína
Lisina	100	100
Arginina	200	48
Histidina	32	32
Isoleucina	75	54
Leucina	70	102
Metionina + Cistina	123	55
Fenilalanina + Tirosina	121	93
Treonina	151	60
Triptófano	26	18
Valina	67	68

Fuente: NRC, (1998).

de bajo potencial de crecimiento magro puede que la relación lípidos retenidos/proteína retenida sea la unidad a un peso próximo a los 45 kg.

Según datos de Noblet *et al.* (1994), la proteína diaria depositada (P_r) depende del tipo genético (potencial de crecimiento magro) de la edad y del sexo del cerdo. En líneas

el valor medio de P_r fluctúa entre el 16% y el 15% con valores próximos al 16% para machos enteros, 15,5% para hembras enteras y 15% para machos castrados.

La NRC (1998) estima la proteína retenida dividiendo la ganancia media diaria de magro entre 2,55. Así por ejemplo una ganancia de tejido magro de 300 g/día equivale a una ganancia diaria de proteína corporal de $300/2,55 = 117,65$ g. La tasa diaria de deposición proteica se estima mediante la ecuación:

$$Y = (0,000000713 X^3 - 0,00023758 X^2 + 0,02147 X + 0,47666) \text{ GMM} / 2,55$$

en donde X es el peso vivo expresado en kg, GMM la ganancia media de magro expresada en g e Y la tasa diaria de proteína retenida (P_r).

En un periodo total de cebo de 16 semanas (20-110 kg) la deposición de proteína va aumentando progresivamente hasta las 7-9 semanas (55-70 kg) de la fase de crecimiento. La proteína retenida sería aproximadamente constante

Sólo un tercio de la proteína ingerida es retenida por el cerdo eliminándose los dos tercios restantes por las heces y orina

muy magras el valor medio de P_r en machos enteros durante el periodo de crecimiento-acabado entre 25 y 90 kg puede suponer el 17% del crecimiento medio diario del animal durante dicho periodo. En tipos genéticos menos magros

CUADRO VI. Necesidades de aminoácidos (%) para cerdos en crecimiento y acabado.

Aminoácido	Cerdos 20-50 kg (1)	Cerdos 50-120 kg (1)
Arginina	0,37	0,22
Histidina	0,30	0,21
Isoleucina	0,51	0,36
Leucina	0,90	0,61
Lisina	0,95	0,67
Metionina + Cistina	0,54	0,39
Fenilalanina + Tirosina	0,87	0,61
Treonina	0,61	0,45
Triptófano	0,17	0,12
Valina	0,64	0,45

Pesos medios de 35 y 85 kg (ambos sexos) con un potencial medio de crecimiento de tejido magro libre de grasa de 325 g. Fuente: NRC, (1998).

SANITAS®

FORTE VET

DESINFECTANTE - VIRICIDA - FUNGICIDA



USO GANADERO

Ganado Porcino



- **Salas de maternidad:**
 - Vacío Sanitario: 1:100
 - Desinfección rutinaria semanal: 1:300
- **Cebaderos, slats, sumideros, etc.:**
 - Desinfección normal 1:200
 - Desinfección con antecedentes patológicos: 1:100
- **Vados:** 1:100

Avicultura y Cunicultura



- **Navas de engorde y recría:**
 - Vacío Sanitario: 1:200
 - Suelos de tierra: 1:50
- **Navas de ponederos y baterías:**
 - Desinfección normal 1:200
 - Desinfección con antecedentes patológicos: 1:100
- **Jaulas, nidos y material:** 1:200
- **Vados:** 1:100

Vacuno, Ovino y Equino



- **Establos, cebaderos y boxes:**
 - Desinfección rutinaria semanal: 1:200
 - Desinfección con antecedentes patológicos: 1:100
- **Vados:** 1:100

Instalaciones y equipos



- **Instalaciones en general:**
 - Desinfección de equipos, material y locales en general: 1:150
- **Sistemas de agua de bebida:**
 - Drenar los depósitos previamente y desinfectar después a la dilución 1:150. Mantener una hora el producto en las tuberías. Posteriormente limpiar con agua.
- **Transporte de animales:**
 - Desinfección de puertas, techos, suelos, jaulas de los vehículos: 1:150

Utilice los biocidas de forma segura. Lea siempre la etiqueta y la información sobre el producto antes de usarlo

Registrado en la Subdirección General de Sanidad Animal con el nº 0361-P

"Z" LABORATORIOS "ZOTAL"

LABORATORIOS ZOTAL, S.L.

Ctra. Nal. 630, Km 809 - Apdo. de Correos 4. C.P. 41900 CAMAS (Sevilla)

Tel: 954 390 204 - Fax: 954 395 516

www.zotal.com





durante las semanas 10-13 y descendería después durante la segunda mitad de la fase de acabado (14 semanas y alrededor de 90 kg de peso vivo) (Van der Peet - Schwering *et al.*, 1999). La tasa de proteína depositada depende del tipo genético y del sexo siendo, evidentemente, más elevada en las líneas de elevado potencial de crecimiento magro y dentro de cada línea genética, de mayor a menor retención proteica: machos enteros, hembras y machos castrados.

La suma de los valores P_m y P_r constituye las necesidades diarias totales de proteína neta. Ahora bien, si los valores medios de digestibilidad ileal (D_i), valor biológico de la proteína (V) y eficacia de utilización de la proteína ideal (EP) son de un 75% (variable entre el 60% y 90%), 75% (variable entre 0,60-0,85) y 80% respectivamente, las necesidades diarias totales de proteína, expresada en términos de proteína bruta (PB) en el pienso, serán:

$$(P_m + P_r) / 0,80 \cdot 0,75 \cdot 0,75.$$

El valor biológico V puede estimarse aplicando la expresión:

$$V = [(g \text{ de lisina/kg de pienso}) / (g \text{ de proteína bruta/kg de pienso})] / 0,07$$

La lisina es el aminoácido más limitante y el contenido aproximado de lisina de la proteína depositada es del 7%.

Lisina y otros aminoácidos

Se admite que las necesidades de mantenimiento de lisina

CUADRO VII. Rango de inclusión de minerales y vitaminas (por kg de pienso) en los piensos utilizados para cerdos en crecimiento y acabado observado en Dinamarca, Alemania, Holanda, Reino Unido, España, Australia y Estados Unidos.

Minerales	Cerdos 15-50 kg	Cerdos 50-150 kg
Calcio (g)	6,0-8,2	5,5-7,2
Fósforo (g)	5,0-6,4	5-6
Fósforo digestible (g)	2,4-2,7	2-2,1
Sodio (g)	1,5-1,7	1,4-2,2
Cinc (mg)	100-200	70-150
Manganeso (mg)	30-50	25-45
Hierro (mg)	80-150	65-112
Cobalto (mg)	0,2-0,5	0,2-0,5
Yodo (mg)	0,4-1,0	0,4-1
Selenio (mg)	0,15-0,3	0,2-0,3
Cobre (mg)	6-15	6-15
Vitaminas		
Retinol (mg)	1,2-3,6	1,2-2,7
Colecalciferol (mg)	0,03-0,05	0,015-0,037
alfa-Tocoferol	35-60	20-60
"Menaptona" (mg)	2-4	1-2
Tiamina (mg)	1-2	1-2
Riboflavina (mg)	4-6	2-4
Ácido nicotínico (mg)	15-25	10-25
Ácido pantoténico (mg)	10-15	8-15
Piridoxina (mg)	1-3	1-3
Cianocobalamina (mg)	0,02-0,025	0,015-0,022
Biotina (mg)	0-0,15	0-0,05
Ácido fólico (mg)	0-1	0-1
Colina (mg)	100-300	0-200
Ácido ascórbico	0	0

Fuente: Whittimore *et al.*, (2002).

de los cerdos en crecimiento-acabado son de 36 mg de lisina digestible por kg de $PV^{0,75}$ (Fuller *et al.*, 1989) y que, como ya hemos señalado, el contenido de lisina en la proteína retenida es del 7%. Por lo tanto, si el coeficiente de eficacia de incorporación de la lisina digestible a la proteína corporal es de 58% (NRC, 1998) o del 65% (Seve, 1994) las necesidades diarias de lisina correspondientes a la retención de proteína corporal ascienden a $7/58 = 0,12$ g de lisina digestible ileal verdadera (NRC, 1998) o a $7,05/65 = 0,11$ g (Seve, 1994) por g de proteína depositada. La digestibilidad ileal de la lisina es muy variable según alimento. Así, la de los cereales fluctúa entre el 60% y el 70%, la de las harinas de soja y de pescado entre el 80% y el 95%, mientras que la de los subproductos derivados de los cereales es mucho más baja (30%-60%).

Las necesidades diarias de lisina digestible dependen del tipo genético, sexo, edad, peso, racionamiento energético y de

todos aquellos factores que puedan tener influencia sobre el consumo diario de alimento. Las líneas de cerdos con elevado potencial de crecimiento magro tienen necesidades superiores de lisina que las líneas más grasas de menor potencial de crecimiento magro. Los machos enteros necesitan más lisina que las hembras enteras y éstas más que los machos castrados (**Cuadro II**).

Cuando se reduce el nivel de alimentación, la retención de proteína se reduce ligeramente. Sin embargo la disminución de la deposición de lípidos es mucho más importante.

Como consecuencia, las necesidades de lisina varían poco a no ser que la reducción del nivel de alimentación sea muy severa (**Cuadro III**). Esto mismo ocurre cuando se reduce la ingestión energética como consecuencia de la pérdida de apetito generada por las temperaturas elevadas. Parece, sin embargo, que cuando la causa causante de la disminución del consumo

de pienso es un estado sanitario deficiente de los animales, la deposición de proteína se reduce significativamente y como consecuencia las necesidades de lisina (Willians *et al.*, 1997).

Las recomendaciones de lisina de la NRC (1998) según sexo y potencial de crecimiento magro aparecen reflejadas en el **cuadro IV**.

Conocidas las necesidades de lisina, las necesidades para los restantes aminoácidos se estiman según patrones de aminoácidos de proteína ideal para mantenimiento y para retención de proteína (**Cuadro V**) de manera que las necesidades de aminoácidos expresadas en porcentaje son las que aparecen reflejadas en el **cuadro VI**.

Una reducción de la proteína y la lisina del pienso supone una reducción significativa de la ganancia media diaria y un aumento del engrasamiento de la canal (Castell *et al.*, 1994), mientras que un exceso de proteína en el pienso

genera una pérdida de eficacia de la energía metabolizable al producirse desaminación del exceso de aminoácidos absorbidos formándose amoníaco y eliminándose vía urinaria en forma de ácido úrico. Una reducción del porcentaje de proteína en el pienso es posible, sin que se afecte negativamente a los resultados productivos de los cerdos, si se incluyen en el pienso aminoácidos sintéticos proporcionados por la industria.

Las necesidades de proteína y de lisina de los machos enteros de líneas genéticas de elevado potencial de crecimiento son superiores a los valores que vienen reflejados en los **cuadros IV y VI**. Así durante el periodo de crecimiento (20-60 kg), las necesidades diarias medias de energía serían alrededor de 5.300 kcal de ED y se tendría que utilizar un pienso con el 22% de PB (proteína bruta) y el 1,1% de lisina, mientras que durante el periodo de acabado (60-100 kg) el consumo energético

medio ascendería a 8.000 kcal de ED de un pienso con el 17,7% de PB y el 0,87% de lisina.

Minerales y vitaminas

En el **Cuadro VII** se presenta la inclusión más frecuente de minerales y vitaminas en los piensos para cerdos de crecimiento y acabado utilizados en cinco países europeos, Australia y USA. La NRC (1998) ha considerado que los cerdos necesitan cromo y ha aumentado las recomendaciones de cloro y sodio para los cerdos jóvenes. La deposición de cenizas se aproxima a 0,191 x proteína retenida (Jongbloed, 1987). Un kilo de proteína retenida contiene 90, 60, 15, 10 y 2,5 gramos de calcio, fósforo, potasio, sodio y magnesio (total= 177,5 g), respectivamente (Whitmore, 1993). El coeficiente global de digestibilidad-eficacia de utilización para el calcio y fósforo son 0,7 y 0,6 respectivamente. ●

El sistema de higienización y granulación hecho a medida

Tres sistemas,
posibilidades individuales

HYSYS

Descubra
Nuevas
Posibilidades

proceso de higienización
modular

flexibilidad
máxima

seguridad
mas alta



BUHLER

Buhler S.A.
C/ del Rio, 8
28320 Pinto (Madrid) España
Tel. +34 91 692 91 00
Fax +34 91 692 91 01
www.buhlergroup.com