

Necesidades en aminoácidos digestibles del cerdo

Expresadas con el parámetro de la digestibilidad ileal

G. J. M. Van Kempen*
LOB Institute Wageningen - Holanda

Se considera fundamental el conocimiento de las necesidades en aminoácidos y de complejas técnicas de evaluación de los alimentos y de las materias primas. La medida de la digestibilidad ileal de los aminoácidos es actualmente el método más avanzado para evaluar de las proteínas de los alimentos.

Actualmente la contaminación constituye uno de los mayores problemas de la industria de piensos compuestos holandesa. Las explotaciones ganaderas sin tierra o con poca superficie arable producen elevadas cantidades de purines. Una futura expansión de la producción animal es obstaculizada por la legislación, que regula directa o indirectamente la cantidad de purines producida.

Para resolver el problema de las deyecciones se han estudiado tres sistemas.

El método más conocido y adoptado en la mayoría de los casos se basa en hacer eficiente el transporte y la distribución del purín sobre la superficie disponible, pero esto conlleva limitaciones, simplemente porque la cantidad total de terreno arable se hace cada vez más escasa.

Otro sistema está fundamentado en el estudio de tratamientos especiales del purín para obtener aceptables que puedan reducir los costes de transporte a larga distancia.

El tercer método se basa en conseguir la disminución de las excreciones mineral y nitrogenada por medio de la alimentación. El fósforo ha sido objeto de profundos estudios en términos de digestibilidad y de disponibilidad de la cuota fitínica. Con la introducción de la enzima fitasa el fósforo fitínico puede ser utilizado por los animales y la cantidad de fósforo inorgánico a añadir a los alimentos se puede reducir en relación con la cantidad de fósforo de fitina.

Se ha puesto atención en el fósforo porque la cantidad de deyecciones que se puede verter está regulada por ley por la cantidad de fósforo presente. De todas formas el verdadero problema parece ser actualmente el nitrógeno y en particular, la cantidad de nitrógeno excretada por los animales.

Existen numerosas posibilidades para reducir la emisión de nitrógeno.

La introducción de la limitación proteica unida a una correcta alimentación, estrechamente relacionada con las necesidades para las diversas edades y con el peso vivo (sistema de alimentación por fases) es una práctica posible y ya realizada.

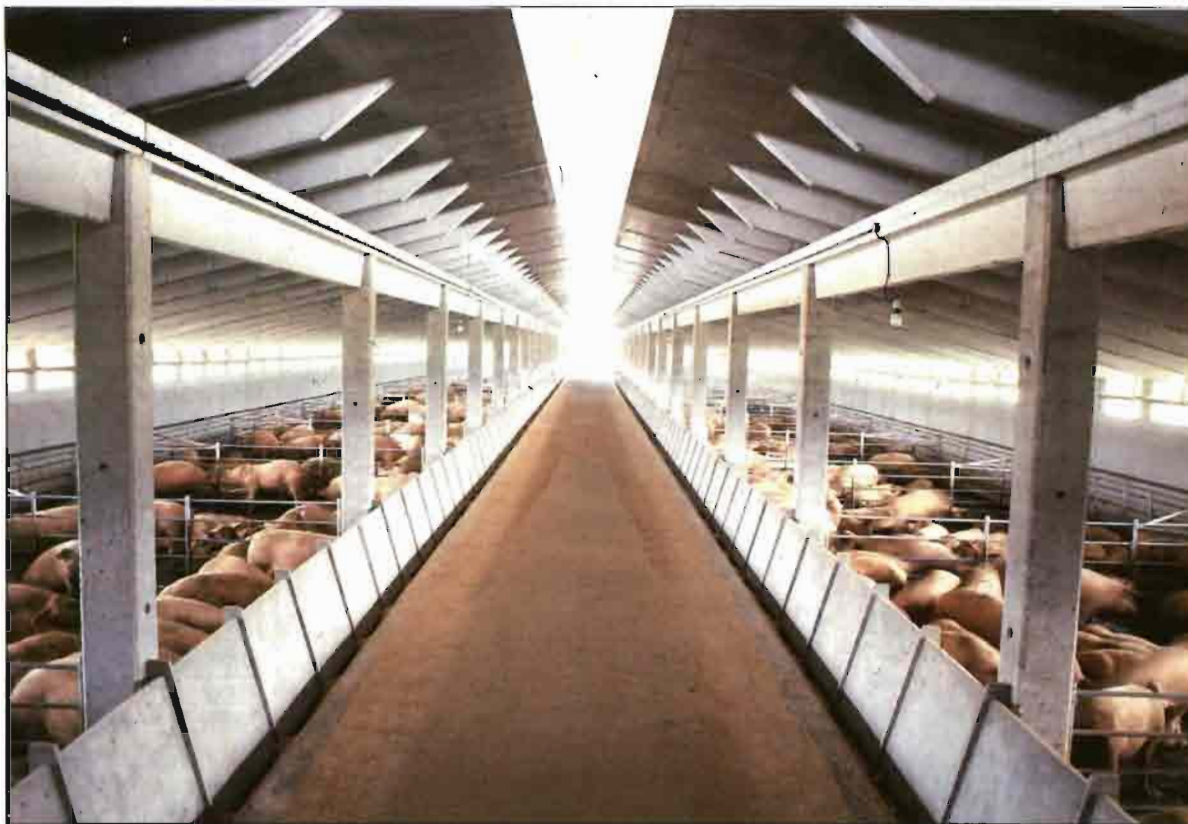
Actuando de esta forma se emplea una amplia gama de alimentos con una mayor diferenciación de proteínas y de aminoácidos para cerdos de engorde y para cerdas de reproducción, incrementando la digestibilidad de las proteínas y de algunas materias primas. Sin embargo, el mejor sistema consiste en aumentar la utilización de las proteínas y de los aminoácidos, equilibrándolos.

En cuanto concierne a la nutrición, la investigación se centra en la posibilidad de favorecer una menor excreción nitrogenada, modificando la formulación de los piensos y adoptando un método más correcto para estimar las proteínas.

Aminoácidos de producción industrial

Desarrollando las raciones para cerdos a partir de los aminoácidos limitantes se puede reducir el contenido proteico de los piensos sin empeorar las prestaciones. Los principales aminoácidos cítricos para los cerdos son: la lisina, la metionina cistina, la treonina y el triptófano. Por esto, la adición de pequeñas cantidades de estos

* Comunicación prestada en la convención sobre «Nutrición y reproducción del cerdo». Univ. de Bolognia, 1990.



El verdadero problema en el tratamiento de las deyecciones parece ser hoy el nitrógeno y en particular la cantidad de nitrógeno escretada por los animales.

aminoácidos industriales representa un método para mejorar la utilización de las proteínas alimentarias.

El nivel proteico de una dieta a base de cebada, maíz y soja se puede reducir del 17,5% al 15% por medio de la aportación de cantidades limitadas de aminoácidos industriales. En la figura 1 se presenta el perfil de aminoácidos de las dietas con 17,5% y 15% de proteínas en relación con las necesidades de los cerdos. La necesidad de cada aminoácido figura con el 100%. Los contenidos de aminoácidos de las dos dietas son expresados como porcentajes de la necesidad. Si el contenido de algunos aminoácidos en la dieta es inferior al 100%, esto significa que la dieta es carente de aquel aminoácido en particular; si el contenido es superior al 100% la dieta lo contiene en exceso. Si las necesidades son correctamente determinadas, con las dos raciones se obtiene la misma disposición proteica y nitrogenada. Se puede calcular que reduciendo la proteína en la dieta del 17,5 al 15% se reduce la excreción de nitrógeno en más del 25%.

Desde un punto de vista práctico, el

empleo de los aminoácidos está influenciado por la diferencia de precio entre las fuentes proteicas naturales y los productos obtenidos industrialmente por vía fermentativa. Así mismo existe solamente un limitado número de aminoácidos comercialmente disponibles.

Digestibilidad ileal aparente de los aminoácidos

Para la nutrición porcina se han empleado numerosos sistemas de evaluación de las proteínas (proteína total, proteína digestible, aminoácidos totales y digestibilidad fecal de los aminoácidos). Por otra parte, un buen sistema para evaluar las proteínas de los alimentos y de las dietas para cerdos representa un requisito fundamental para conseguir una reducida emisión de nitrógeno. El sistema de la digestibilidad ileal aparente para las proteínas y para los aminoácidos tiene en cuenta efectivamente las necesidades fisiológicas de los cerdos.

Para la síntesis proteica endógena el cerdo utiliza solamente los aminoácidos procedentes de la digestión proteica

del intestino delgado. Las proteínas que no son digeridas en el intestino delgado y que alcanzan el intestino grueso son degradadas por vía fermentativa y sus metabolitos no pueden ser utilizados para la síntesis endógena. Este extremo ha sido comprobado en el laboratorio por ZEBROSWKA (1973). DIERICK et al. (1987). Estos investigadores han confirmado estas observaciones en condiciones prácticas, utilizando 14 dietas compuestas por una amplia gama de materias primas. Cuanto mayor es la cantidad de proteínas que debe ser digerida por el intestino grueso, peor es el resultado de crecimiento de los cerdos. Los rendimientos estaban mejor correlacionados con el parámetro de digestibilidad ileal que con el de digestibilidad fecal. Si bien una parte significativa de las proteínas es degradada por la microflora en el intestino grueso, la digestibilidad fecal no representa un estimación fiable para la disponibilidad de los aminoácidos.

Actualmente se está de acuerdo en que para expresar la disponibilidad de los aminoácidos en los cerdos, la diges-

Cuadro I. Necesidades en aminoácidos sulfurados (AAS) del cerdo de 14 a 40 k en función del contenido en treonina

Contenido en treonina (%)	AAS (%)	Incremento corpóreo		Índice de conversión	
		g/gg	(%)	Absoluto	(%)
0.60	0.55	536	100	2.08	100
0.60	0.60	564	105	2.01	97
0.60	0.65	568	106	2.02	97
0.70	0.55	552	100	2.02	100
0.70	0.60	628	114	1.93	96
0.70	0.65	642	116	1.87	93
Influencia total de la treonina					
0.60		556	100	2.04	100
0.70		607	109	1.94	95

La *digestibilidad ileal aparente* es el parámetro adecuado en relación con los aminoácidos totales y la digestibilidad fecal.

Producción endógena de nitrógeno

Durante el proceso de la digestión proteica la proteína endógena asume un importante papel. Esta proteína es necesaria para inducir el catabolismo y la digestión proteica. La proteína endógena no se forma directamente a partir de los alimentos, sino más bien se encuentra en el intestino delgado, en asociación con las proteínas alimentarias. Es originada por diversos constituyentes como:

1. Saliva y jugo gástrico.
2. Secreción pancreática.
3. Secreción biliar.
4. Proteína de la mucosa.
5. Recambio celular.

En la Figura 2 se representa un esquema global de lo expuesto. Es importante tener también en cuenta la cantidad global de proteínas endógenas secretadas en todos los sitios. Por término medio esta cantidad es de unos 25 g/día; más alta, por ejemplo, que el balance nitrogenado de un cerdo en crecimiento y comparable a un crecimiento de 625 g de tejido de carne magra.

Durante el proceso digestivo una parte de las proteínas endógenas es absorbida como aminoácidos antes de abandonar el intestino delgado. Según SOUFRANT et al. (1986) esta cuota corresponde al 72%, lo que significa que se pierde por lo menos el 28%.

Composición de la proteína endógena

En un trabajo de revisión bibliográfica, AUCLAIR (1987) analizó la composición de aminoácidos de la bilis y de los productos de secreción del páncreas y del intestino. Los datos suministrados por diversos autores para la bilis, el jugo pancreático y los productos de secreción intestinal, indican que la proteína endógena contiene mayores cantidades de treonina que de lisina.

No se citan los datos inherentes al triptófano, probablemente porque no ha sido analizado experimentalmente. También, después de haber determinado la composición aminoacídica de los contenidos ileales como consecuencia de la administración de una dieta concreta de proteína, se puede concluir del mismo modo que la composición de los aminoácidos es extremadamente variable. También en este caso faltan los datos relativos al triptófano. Se comprueba también que los residuos ileales endógenos de los cerdos contienen elevadas cantidades de treonina y, puesto que son escretados abundantemente, la cuota de treonina que supera el tracto terminal del íleo es mayor que la de la lisina.

Por término medio la digestibilidad ileal aparente será por esto más baja para la treonina que para la lisina, como ha comprobado VAN LEEUWEN et al (1989). También para el triptófano se ha observado una menor digestibilidad aparente, pero en la bibliografía consultada no se encuentran resultados análogos.

Intereacción con otros aminoácidos

La necesidad de un aminoácido se

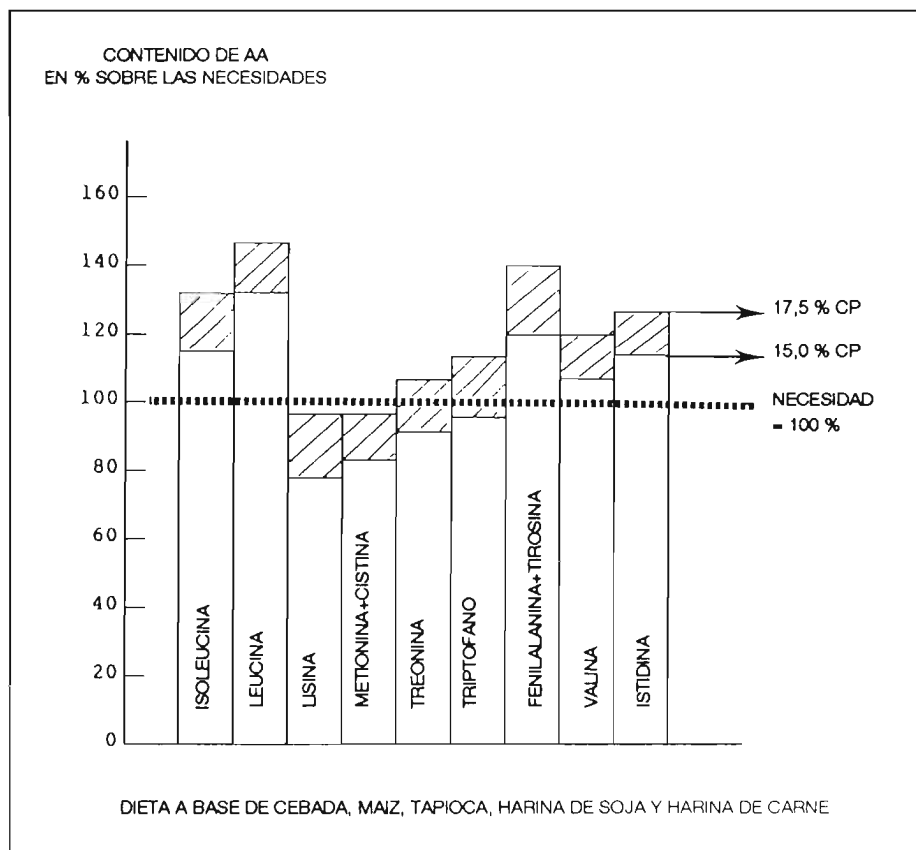


Fig. 1. Contenido de Aminoácidos en % sobre las necesidades.

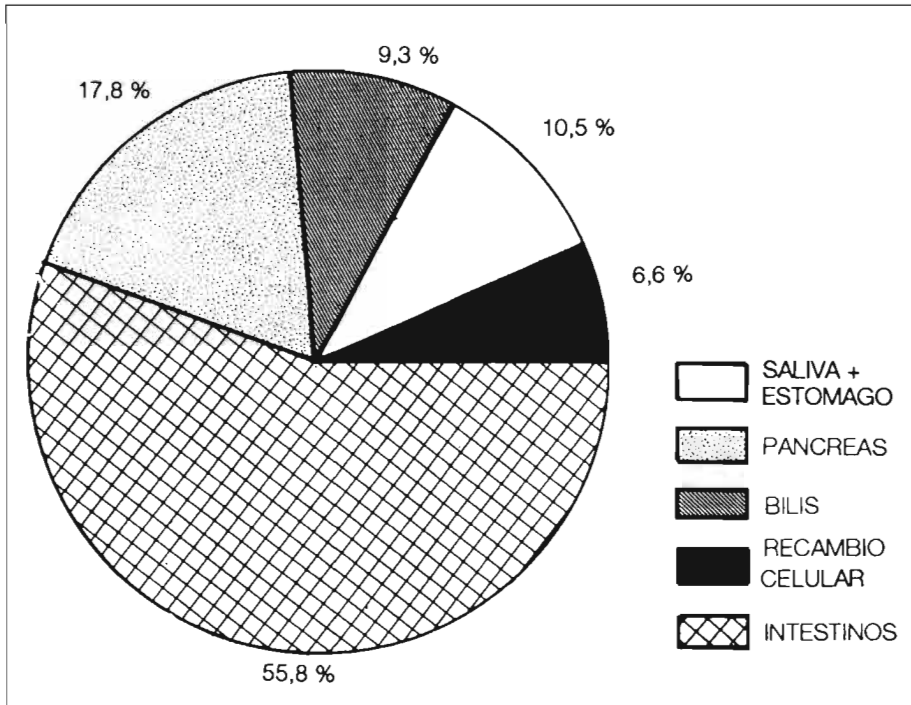


Fig. 2. Secreción endógena de N en el cerdo (g/24 horas), total 25,8 g.

define como la cantidad de un aminoácido esencial necesaria para conseguir el máximo crecimiento y el mínimo índice de conversión. Todos los otros aminoácidos esenciales deben estar disponibles en cantidades suficientes. La importancia de esta afirmación se puede demostrar observando los resultados de un experimento realizado con aminoácidos sulfurados. La necesidad de los aminoácidos sulfurados para cerdos de 14 a 40 kg se ha estudiado con dos niveles de treonina. Se han empleado para la prueba 216 cerdos para cuatro repeticiones. Resulta evidente de acuerdo con los resultados (Figura 1) que con un nivel de treonina el 0,70% se han obtenido mejores rendimientos que con un nivel del 0,60%. Añadiendo metionina por encima del 0,60%, en la dieta con el nivel más bajo de treonina, no se ha puesto de manifiesto ningún efecto en los rendimientos, mientras que con la adición de metionina en la dieta con 0,70% de treonina se mejoran tanto el incremento diario de peso, como el índice de conversión.

Este experimento evidencia que la necesidad aminoácida de un aminoácido específico depende de gran medida del nivel de los aminoácidos esenciales.

El efecto, de la adición de un deter-

minado aminoácido se debe, por tanto, evaluar en relación con la cantidad de los otros aminoácidos esenciales.

Digestibilidad ileal aparente: las necesidades

No son muy numerosas las pruebas experimentales que han estudiado las necesidades en aminoácidos como los parámetros de la digestibilidad ileal. Se podrían calcular de nuevo los datos experimentales obtenidos en el pasado sobre las necesidades en aminoácidos, pero para muchos de ellos no se puede deducir que (sobre la base ileal) otros aminoácidos fueran limitantes. Por esta razón es necesario disponer de datos más recientes.

Muchas de estas investigaciones inherentes a las necesidades en aminoácidos digestibles a nivel ileal han sido realizadas añadiendo aminoácidos industriales a la dieta control. Las raciones de base contenían aminoácidos ligados a las proteínas en cantidades adecuadas para alcanzar el punto de limitación del aminoácido examinado. Habiéndose adoptado siempre el criterio de la reducción proteica, se han creado otros límites además del de un solo aminoácido específico. En dos experimentos efectuados con cerdos de

peso vivo comprendido entre 20-40 kg, SCHUTTE (1989) ha comprobado que es posible reducir el contenido proteico del 17,5% al 15% mediante la incorporación de aminoácidos industriales. La adición de pequeñas cantidades de estos aminoácidos no ha perjudicado a los rendimientos.

Los aminoácidos industriales son completamente absorbidos antes de alcanzar el intestino grueso. HUISMAN ET al. (1986) han demostrado que el 98-99% de la metionina suministrada oralmente era absorbida antes del tracto distal del íleo. WÜNSCHE ET al. (1982) obtuvieron los mismos resultados con la lisina. Se deduce de ello que estas situaciones son válidas también para los otros aminoácidos de producción industrial. Esto significa que la digestibilidad ileal y fecal de los aminoácidos industriales es del 100%.

Si en una ración básica la digestibilidad ileal de las proteínas y de los aminoácidos pudiera ser determinada con exactitud, sería fácil identificar las diferentes cantidades de aminoácidos a nivel del íleo.

LENIS et al. (1990) han vuelto a analizar y calcular las necesidades en aminoácidos estudiadas en numerosas investigaciones recientes, principalmente holandesas.

Las necesidades óptimas en aminoácidos digestibles en el íleo han sido establecidas para la lisina, los sulfurados totales, la treonina y el triptófano, deduciéndolas de aquellas experiencias en las que sin duda los otros aminoácidos no eran limitantes. Los valores de las necesidades son calculados con una ecuación cuadrática, de la que se dibuja gráficamente una curva que representa la respuesta de los animales a las diversas dosificaciones de aminoácidos. Las dosificaciones óptimas se pueden calcular por las curvas de regresión. Los datos obtenidos figuran en el cuadro II.

En la Figura 3 se presenta un ejemplo de curva de respuesta del incremento de peso y de la eficiencia del índice de conversión al aumentar los niveles de treonina digestible ileal deducida por SCHUTTE ET al. (1990).

En este caso particular el contenido de treonina digestible ileal que ha pro-

Cuadro II. Digestibilidad ileal aparente de los aminoácidos (g/k) para un crecimiento óptimo en los cerdos

	EN (Kcal)	LIS	M + C	TREO.	TRIP.
Piensos para lechones 10-23 k	2.310	>9,5	5,6	6,0	2,0
Piensos para cerdos jóvenes 23-45 k	2.268	>8,8	5,2	5,6	1,8
Piensos para cerdos de engorde 45-106 k	2.205	7,0	4,1	4,4	1,3
Piensos de finalización 65-106 k	2.205	6,5	3,8	4,1	1,2

porcionado el máximo incremento de peso es de 5,7 g/k. La máxima eficiencia alimentaria ha sido alcanzada por el contrario con 6,1 g/k. Las necesidades citadas en el cuadro II se pueden considerar técnicamente óptimas. Es-

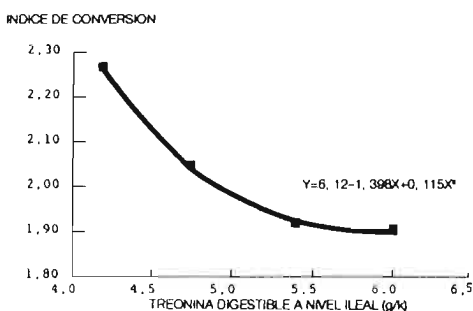
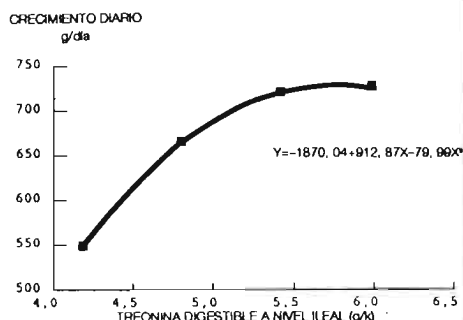


Fig. 3. Necesidad en treonina de los cerdos (de 20 a 40 k de peso vivo)

to significa que si ningún otro aminoácido es limitante en la ración, el máximo incremento de peso y el mínimo índice de conversión se pueden obtener con las cantidades citadas de aminoácidos digestibles ileales.

Para la lisina se dispone de suficientes informaciones para establecer con exactitud sus necesidades. Algunos de los datos que aparecen en el cuadro II han sido obtenidos en un reciente experimento para el cual se han adoptado diversos niveles proteicos. Además de la cantidad de lisina, variaba también el contenido de otros aminoácidos esenciales, de modo tal que habrían podido a su vez asumir el papel de limitantes, haciendo dudoso el efecto provocado por la lisina sola.

En el caso de los aminoácidos sulfurados es importante la relación entre los dos aminoácidos. La metionina es el aminoácido esencial. En base al criterio de digestibilidad ileal la relación entre metionina y metionina - cistina debe ser 0,55.

Las cantidades óptimas de treonina y triptófano digestibles ileales se deducen de recientes pruebas experimentales. La relación entre los aminoácidos es indicada frecuentemente como un factor fundamental. Esta relación entre lisina, metionina - cistina, treonina y triptófano que aparece en el cuadro II está en línea con los recientes datos de WANG Y FULLER (1990).

Ejemplo de piensos formulados en Italia

La simulación de fórmulas para las diversas categorías de cerdos ha sido suministrada por el Instituto de Bolognia. Modificando ligeramente los datos de VAN LEEUWEN et al. (1990) se han calculado los valores de digestibilidad ileal para la lisina, metionina - cistina, treonina y triptófano. El total de los aminoácidos y los respectivos valores en digestibilidad ileal están representados en el cuadro III. Aunque los piensos y los períodos considerados no son completamente iguales a los holandeses, parece que las dietas italianas tienen un contenido de aminoácidos digestibles ileales para las diversas categorías ligeramente inferior con respecto a los niveles necesarios para conseguir los mejores rendimientos (cuadro II).

Consideraciones finales

La contaminación es el mayor problema para la industria de piensos compuestos holandesa. Diversos son los sistemas estudiados para reducir la contaminación de fósforo y nitrógeno.

Con la nutrición es posible deducir la ingestión nitrogenada y conseguir los mismos crecimientos.

Como requisitos fundamentales se presenta un buen conocimiento de las necesidades en aminoácidos y una técnica cuidadosa para la evaluación de los piensos y de las materias primas.

La digestibilidad ileal de los aminoácidos es un método que mejora la estimación de las proteínas. Se describen las necesidades aminoácidas para los crecimientos óptimos de los cerdos, según los diversos estados de desarrollo (cuadro II).

Aunque las categorías de crecimiento no sean totalmente comparables a las holandesas, parece que la actual práctica alimentaria italiana no satisface las necesidades de aminoácidos digestibles.

Cuadro III. Contenido de proteínas y aminoácidos, totales y digestibles a nivel ileal (g/Kg), digestibilidad ileal (%) en cuatro piensos italianos

	Cerdos de arranque 0-30 días			Cerdos lechones 8 k-25/30 k			Cerdos jóvenes 25/30 k-90 k			Cerdos de engorde 80/90 k-150 k		
	Total (g)	Dig. (g)	Ileal (%)	Total (g)	Dig. (g)	Ileal (%)	Total (g)	Dig. (g)	Ileal (%)	Total (g)	Dig. (g)	Ileal (%)
Proteína	200,0	158,0	79	180,0	140,0	78	160,0	121,6	76	140,0	103,6	74
Lisina	13,3	11,6	87	10,6	8,9	84	8,4	6,9	82	6,7	5,3	79
Met. + Cist.	8,2	6,8	83	7,1	5,8	82	6,1	4,8	79	4,8	3,7	76
Treonina	8,5	6,8	80	7,1	5,5	78	6,0	4,5	74	4,7	3,2	69
Triptofano	2,6	2,1	81	2,2	1,7	78	1,8	1,3	74	1,4	1,0	73