

# Alimentación y protección del medio ambiente

▼ C. POMAR. P.J. DIT BAILLEUL. J. RIVEST. CENTRO DE AGRICULTURA Y AGROALIMENTACIÓN. CANADÁ. (\*)

La producción porcina se enfrenta con frecuencia a problemas medioambientales entre los cuales los olores, los residuos de nitrógeno y de fósforo son los más conocidos. Ha llegado el momento de preguntarse sobre el impacto real sobre el medio ambiente y sobre nuestra capacidad para cambiar la forma de trabajar para solucionar estos problemas medioambientales. ¿Este reto es importante, pero es insuperable? ¿Qué métodos tenemos para superarlo? ¿Podemos controlar en origen la carga contaminante de los purines? ¿Debemos tener en cuenta sólo los métodos de gestión de los purines y su distribución? ¿Qué reducción del impacto de la producción porcina sobre el medio ambiente podemos esperar con un mínimo de cambios y, sobre todo, con un mínimo de costes?

Disponemos de métodos relativamente simples para superar este desafío y a un coste razonable. Se puede fácilmente manipular mediante la alimentación las cantidades de nutrientes excretados y, en consecuencia, la carga contaminante de los purines. A más, esta manipulación puede hacerse con técnicas relativamente simples, a costes razonables y sin utilización de ningún aditivo. Desgraciadamente no podemos decir lo mismo de los olores.

La orientación económica de nuestra sociedad nos obliga a buscar métodos de explotación agrícola cada vez más rentables. En contraposición, esta búsqueda de la rentabilidad se lleva a cabo sin considerar el impacto que estos métodos de explotación tienen sobre el medio ambiente. La sobrecarga de las aguas y del suelo en contaminantes nos hace correr el riesgo de situarnos en una posición de deuda medioambiental a largo plazo que puede comprometer nuestra calidad de vida y la de las generaciones futuras.

Para minimizar el impacto de un sistema de producción sobre el medio am-



La alimentación nos permite reducir las pérdidas de nitrógeno y fósforo de la producción porcina.

biente debemos reducir lo más posible los residuos de contaminantes en cada una de las etapas de producción. Las intervenciones posibles sobre el sistema de producción no tienen todas el mismo impacto sobre la reducción de los contaminantes. En el caso de la producción porcina, son las que afectan la alimentación y la distribución de los purines las que tienen más impacto.

Sin querer minimizar la importancia de otros aspectos de la producción porcina, solamente la alimentación y sus consecuencias sobre el medio ambiente se tratarán en este trabajo. Nos concentraremos solamente sobre la producción de animales de engorde con el fin de simplificar el problema. A pesar de esto, la mayor parte de las prácticas que se proponen pueden ser fácilmente extrapoladas a otros niveles de la producción e incluso a otras especies animales. Debemos asimismo subrayar que el nitrógeno y el fósforo de purín se identificarán como contaminantes incluso si en las condiciones de aplicación adecuadas deben ser considerados como fertilizantes. De hecho es el exceso de fer-

tilizantes lo que se convierte en un contaminante.

## La formulación de los regímenes alimentarios

Formular una ración implica determinar la mezcla de ingredientes que permite satisfacer las necesidades nutricionales de los animales de acuerdo con los objetivos de producción. Una buena formulación exige una adecuada planificación de cada una de las siguientes etapas: selección de ingredientes; evaluación de su potencial nutritivo; determinación de las necesidades nutricionales de los animales; definición de los objetivos de producción; formulación de la mezcla y, finalmente, evaluación de las características físicas y químicas de la mezcla.

El especialista en nutrición debe evaluar en cada una de estas etapas el impacto de las decisiones que deben tomar en relación a los resultados productivos, los costes de producción y también desde el punto de vista medioambiental. Las decisiones que se tomen después de la for-

(\*) Ponencia presentada en la Jornada Técnica "Factores que afectan a la eficacia productiva y calidad en el porcino". Vic. Barcelona.

**CUADRO I. Efecto de la fitasa microbiana sobre la digestibilidad del fósforo y del calcio.**

Parámetro	Ración			
	Maíz-Soja 50-70 kg		Completo 70-90 kg	
	Sin fitasa	Fitasa	Sin fitasa	Fitasa
P fecal (g kg <sup>-1</sup> MS)	21,00	13,60	16,30	10,90
P digestibilidad (%)	40,00	60,00	49,00	66,00
Ca digestibilidad (%)	58,00	63,00	59,00	66,00
P ración (% MS)	0,38	0,38	0,47	0,47
Ca ración (% MS)	0,60	0,58	0,63	0,65

Según Jongbloed et al. (1990).

mulación permitirán la minimización de la cantidad de nitrógeno y minerales de los purines del porcino

Varios métodos facilitan la formulación de raciones. La programación lineal, el método de Pearson y los métodos algebraicos son los más importantes. Entre éstos, la programación lineal es sin duda el más utilizado, ya que su uso es relativamente fácil, es muy potente y se adapta bien a la programación informática.

Desde el punto de vista nutricional, todos estos métodos asumen que no existe ninguna ración ideal en relación con los ingredientes utilizados. Dicho de otra forma, lo importante es suministrar los elementos nutritivos necesarios sin considerar obligatoriamente su origen ni las interrelaciones entre los nutrientes. En consecuencia, los ingredientes de la ración se seleccionan de acuerdo a su disponibilidad, su composición y su precio.

Por el contrario esta asunción no es siempre cierta. Un caso particular es el de la energía. En efecto, la energía contenida en los alimentos es función de los nutrientes que la componen pero también de su destino metabólico. Los sistemas de energía basados en la energía digestible o metabolizable, utilizados tradicionalmente en la formulación de raciones, asumen que la energía de los alimentos es fija e independiente de su utilización metabólica. Es posible mejorar la predicción de la energía de los alimentos con una estimación de su energía neta, tal como ha propuesto recientemente Noblet et al., (1994), Noblet (1995) y Rivest et al., (1996)

## Selección de los ingredientes

Existe una gran variedad de alimentos disponibles para la alimentación del porcino. Antes de proceder a la formulación el especialista de la nutrición selecciona los ingredientes que serán disponibles. El precio y la composición de cada uno de los ingredientes determinarán cuáles serán incorporados en la fórmula final.

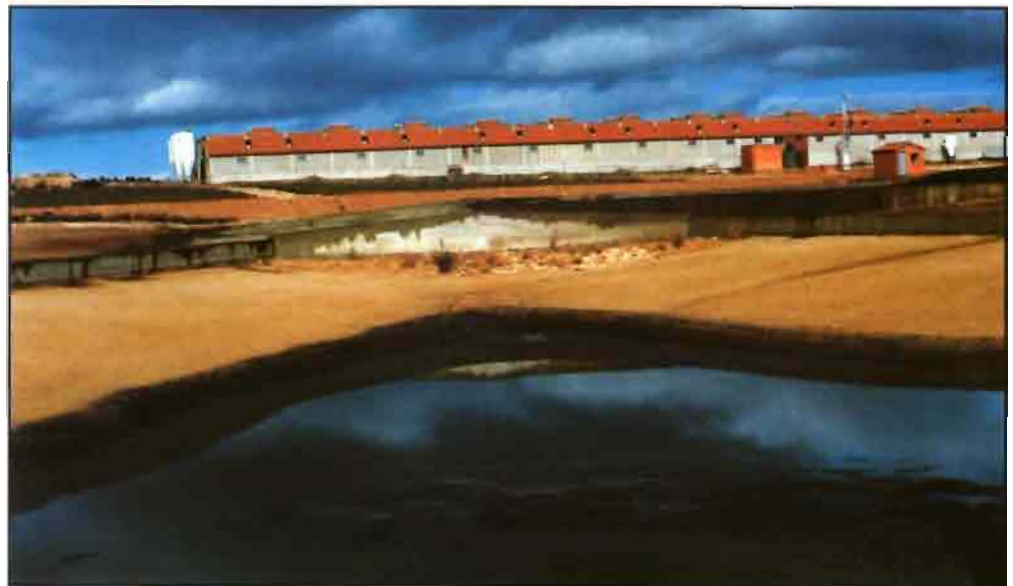
Teóricamente, es posible seleccionar los

ingredientes con el objetivo de minimizar la excreción fecal de nitrógeno y fósforo, pero en la práctica esta estrategia tendrá poco impacto sobre los residuos, ya que los ingredientes comúnmente utilizados serán relativamente bien digeridos.

Por esta misma razón, el potencial de mejora de la digestibilidad de los nutrientes por procedimientos industriales es limi-

orgánico (fitasas) es un medio eficaz para la reducción de la excreción de fósforo. En efecto, sólo un tercio del fósforo contenido en las plantas puede ser digerido de forma natural por los cerdos, el resto se excreta en las heces. Siendo los alimentos de porcino principalmente de origen vegetal el fósforo disponible no es suficiente para responder a las necesidades de los animales. En consecuencia, estos alimentos se suplementan con nitrógeno inorgánico que es fácilmente utilizable por el animal. El fósforo no digerido contribuye de forma significativa al aumento de la carga contaminante de las deyecciones de porcino.

Tal como han sugerido Touchbun et Chavez (1996) y otros autores (Eeckhout et DePaepe, 1991; Jongbloed et al., 1990 et 1992; Mroz et al., 1994 ; Ketaren et al., 1993; Cromwell et al., 1995), la adición de fitasas microbianas a los regímenes alimentarios puede contribuir de forma significativa a minimizar el impacto negativo



Debemos reducir al máximo posible los residuos contaminantes en cada etapa de la producción.

tado. Así, el calentamiento potencial de los ingredientes después de un tratamiento industrial puede disminuir la disponibilidad metabólica de la proteína.

Los cerdos están muy bien adaptados para utilizar el almidón contenido en los cereales. Es raro encontrar digestibilidades de almidón por debajo del 97-98%. La utilización de enzimas amilolíticas no podrá pues aumentar de forma significativa la utilización de este nutriente. Contrariamente, la utilización de enzimas proteolíticas puede ser importante en el futuro, pues ciertas fuentes de proteína (turtó de soja) tienen una baja digestibilidad (Chesson et Austin, 1996).

Asimismo, la utilización de enzimas que aumenten la digestibilidad del fósforo

de la producción porcina sobre el medio ambiente (**cuadro I**).

Esta enzima parece ser también muy eficaz en el proceso de liberación de otros minerales como que Ca, Zn, Mg, y Fe (Jongbloed, 1987; Nelson, 1967).

## Evaluación del potencial nutritivo de los alimentos

El valor nutritivo de las proteínas alimentarias depende de su digestibilidad, de su disponibilidad metabólica y de su composición en aminoácidos. De hecho, las proteínas alimentarias se degradan en pequeños péptidos y aminoácidos bajo la acción de enzimas digestibles antes de atravesar la pared intestinal.

Los aminoácidos del alimento no son todos liberados y absorbidos por el intestino durante la digestión. Así, la digestibilidad de una proteína representa la fracción desaparecida (absorbida) del sistema digestivo durante los procesos de digestión. La fracción no absorbida o indigestible aparece en las heces (**Figura 1**).

En la fracción absorbida, sólo una parte de los aminoácidos está disponible para satisfacer las necesidades metabólicas de

que la absorción de aminoácidos en esta parte del tubo digestivo parece mínima (Darcy et al., 1982; Schmitz et al., 1991; Just et al., 1981), la digestibilidad medida al final del intestino delgado (ileal) es preferible a la que se mide a nivel fecal, a pesar de que se deban tener en cuenta ciertas limitaciones (Pomar et Matte, 1998).

Una medida más precisa de la digestibilidad de los alimentos es la llamada real,

la aplicación práctica de este método (Came, 1997; Pomar et Gagné, 1999).

Finalmente, la disponibilidad metabólica de la proteína alimentaria absorbida debe igualmente ser considerada en la formulación de raciones con ingredientes compuestos por proteínas de inferior calidad. Es posible formular con ingredientes que contienen proteínas poco disponibles sin afectar los resultados zootécnicos de los cerdos en crecimiento (Batterham et al., 1990).

Ejemplos de ingredientes que presentan este tipo de proteínas son el turtó de algodón, la harina de carne, etc.. Las disponibilidades de la lisina, treonina, metionina, triptófano y fenilalanina son las más importante a considerar en este tipo de alimentos (Batterham, 1992).

Precisar el potencial nutritivo de los alimentos, es decir, la cantidad de nutrientes disponibles para el metabolismo animal, es esencial para ajustar el aporte de nutrientes a las necesidades de los cerdos. Los alimentos mal caracterizados o que presentan variaciones importantes en su composición obligan a los especialistas en nutrición a tener en cuenta márgenes de seguridad excesivos, los cuales son muy costosos desde el punto de vista económico y sobre todo desde el punto de vista medioambiental.

Veremos ahora el impacto ambiental de una reducción proteica en la ración. La caracterización del potencial nutritivo de los alimentos tiene sus límites.

En efecto, factores como la utilización diferencial de los nutrientes según las funciones metabólicas, el efecto de la edad y del estado fisiológico sobre la capacidad digestiva de los animales o sobre la disponibilidad de los nutrientes son difíciles de considerar con los métodos actuales de formulación.

## Determinación de las necesidades en nutrientes

Otro aspecto importante a considerar

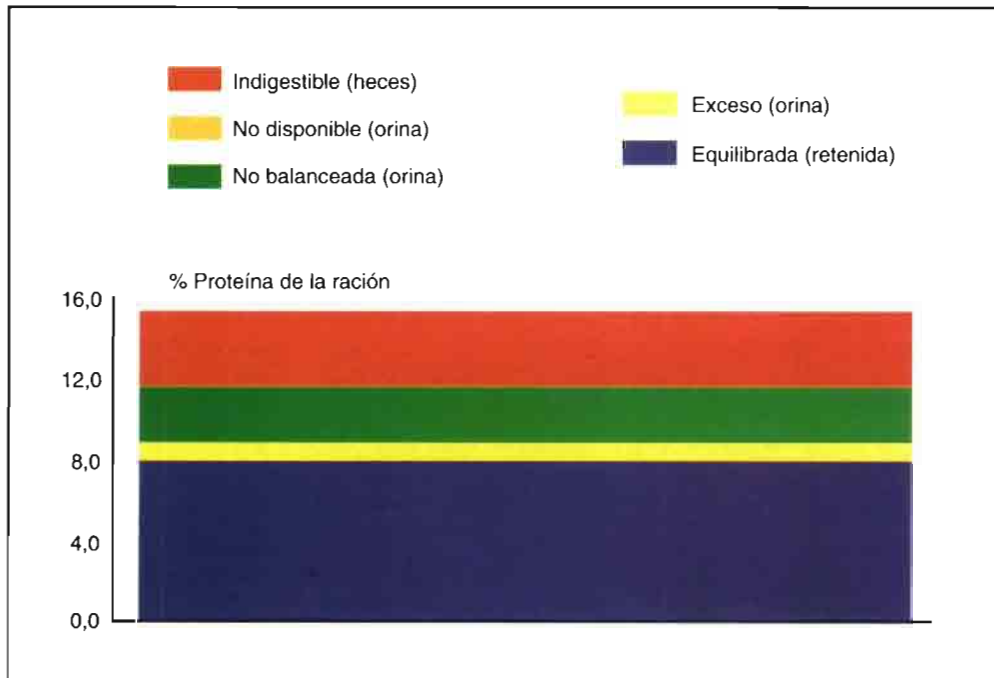


Fig. 1.-Utilización de la proteína alimentaria.

los animales. La disponibilidad metabólica es referida a la fracción de los aminoácidos absorbidos que tiene una estructura química utilizable por el organismo (Thanksley et Knabe, 1984; Batterham, 1992). La fracción no disponible será disaminada y excretada en la orina. En este sentido, digestibilidad y disponibilidad deben ser considerados como conceptos diferentes.

Los conocimientos actuales sobre la digestibilidad de los nutrientes permiten la formulación de regímenes alimentarios expresando los nutrientes en base bruta, digestible o equilibrada. La formulación en base bruta da buenos resultados cuando se utiliza con los mismos alimentos y los mismos animales que los que se han utilizado en la determinación de los nutrientes (Tanksley et Knabe, 1984). A pesar de todo, la formulación en base digestible se recomienda en particular cuando se incorporan a la ración aminoácidos de síntesis o cuando se utilizan ingredientes de baja digestibilidad como los ricos en fibra (Pomar et Bamett, 1994).

Contrariamente, teniendo en cuenta la acción microbiana a nivel del intestino grueso (Mason et al., 1976) y el hecho

la cual tiene en cuenta la proteína de origen endógeno en el cálculo de la digestibilidad. La proteína endógena es la que está presente en el contenido digestivo o en las heces pero que no proviene directamente del alimento (Mitchell H.H., 1924).

Desgraciadamente, hay pocos datos fiables disponibles para evaluar estas pérdidas endógenas en función del tipo de alimento, de la cantidad consumida o del estado fisiológico del animal, lo que limita

**CUADRO II. Efectos simulados del efecto del número de fases de alimentación sobre los resultados de crecimiento y en el balance nitrogenado en cerdos entre 20 y 100 kg de peso vivo.**

	Fases de alimentación					
	1	2	3	4	Semanal	Diario
Días entre 20 y 100 kg.	93	90	89	89	88	88
GMDP g/d	874	910	918	920	924	926
Conversión alimenticia	2,82	2,68	2,65	2,64	2,62	2,62
Nitrógeno ingerido kg./cerdo	9,21	5,75	5,03	4,82	4,37	4,22
Nitrógeno retenido kg./cerdo	2,31	2,23	2,21	2,21	2,18	2,18
Nitrógeno excretado kg./cerdo	6,91	3,51	2,82	2,61	2,19	2,06
Reducción de la excreción de N en relación al control (%)	+96,9	-	-19,7	-25,6	-37,6	-41,9

en la formulación de las raciones es el de la determinación de las necesidades nutricionales. Las necesidades nutricionales pueden definirse como la cantidad de nutrientes necesaria para optimizar un factor de producción como puede ser la velocidad de crecimiento, la conversión alimentaria, etc.

La determinación de las necesidades de los cerdos es una de las tareas más arduas de la formulación de raciones. Normalmente, las necesidades en nutrientes están asociadas al mismo animal y son independientes de la administración o de cualquier otro factor. Una vez más esta hipótesis no es totalmente cierta. En efecto, la composición del alimento, el nivel de ingesta voluntaria, las enfermedades, el estrés, la temperatura, etc., pueden influir sobre las necesidades de nutrientes.

En todo caso las necesidades de nutrientes de los animales presentan menos variación que la que está asociada a los alimentos. Así, antes de discutir sobre la determinación de las necesidades de nutrientes es importante clarificar la definición de este concepto.

Si bien la determinación de las necesidades es relativamente fácil para un animal medio y para un periodo de crecimiento dado, esto es más complejo si se quiere tener en cuenta el conjunto de la granja. En este caso, ¿qué animal debemos considerar como representativo de la granja? ¿El más exigente? ¿El animal medio? (Pomar, 1995). La decisión final del especialista en nutrición tendrá un impacto sobre el crecimiento pero aún más sobre los residuos de nitrógeno del conjunto de los animales.

Hay dos métodos utilizados para determinar las necesidades nutricionales: el método empírico y el método factorial. El método empírico estima las necesidades de un nutriente estudiando la respuesta de los animales a aumentos progresivos de este nutriente. Las limitaciones inherentes a este método es el parámetro de rendimiento escogido para estimar las necesidades en nutrientes y el efecto de la variación de la población sobre la respuesta del animal. Así, utilizando la ganancia media diaria de peso como parámetro de respuesta, la respuesta máxima de la población se obtiene mientras hay menos del 50% de la población que expresa un crecimiento proteico máximo (Figura 2).

Contrariamente, si el parámetro de respuesta es el depósito muscular, la ganancia proteica máxima de una población se obtiene cuando la concentración proteica de la ración satisface el 75% de la población (Pomar, 1995). El método empírico tiene tendencia a sobrestimar las necesidades de una población con una variación

más grande.

En efecto, las poblaciones más heterogéneas tienen necesidades nutricionales más variables y en consecuencia responden durante más tiempo a los aumentos progresivos de nutrientes (Pomar, 1995). Alimentar en función de los animales más exigentes en una población heterogénea

otro factor importante que afecta a la precisión de los modelos es la caracterización de los animales por su potencial de depósito proteico y por su apetito (Pomar, 1995).

Un método sencillo para reducir la excreción de proteína en el porcino en crecimiento es a partir de la reducción del

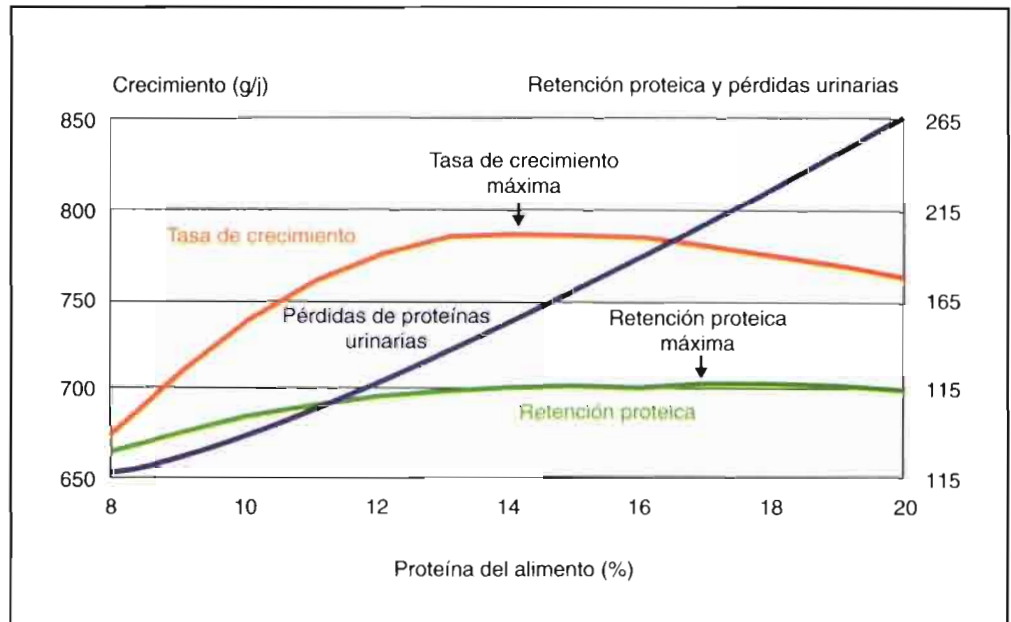


Fig. 2.-Efecto de la variación sobre el crecimiento corporal, la retención proteica y sobre las pérdidas de proteínas urinarias.

tendrá pues implicaciones importantes desde el punto de vista medio ambiental, ya que un elevado número de animales de la granja serán alimentados por encima de sus necesidades (Figura 2).

Desgraciadamente, es difícil optimizar con los métodos de formulación actuales considerando simultáneamente los resultados zootécnicos (económicos) y la excreción de nutrientes.

Por otra parte, el método factorial estima las necesidades diarias de nutrientes (proteína o aminoácidos) como la suma de las necesidades de crecimiento y de mantenimiento. Estas necesidades se estiman para cada nutriente o sus precursores teniendo en cuenta su eficacia según la función metabólica.

Un nuevo método de cálculo de las necesidades nutricionales se basa en la modelización matemática, la cual puede evaluar simultáneamente el valor nutritivo de los alimentos, su complementariedad (Pomar et al., 1990, Pomar et al., 1991) y la eficacia según el destino metabólico de cada uno de los nutrientes (Rivest et al., 1996).

La precisión de los modelos matemáticos depende de la calidad de la representación de los fenómenos biológicos importantes implicados en la determinación de las necesidades nutricionales. Asimismo,

consumo de proteína. Con el fin de no afectar el crecimiento de los animales, la reducción de la proteína alimentaria debe hacerse reduciendo la fracción no equilibrada y excedentaria, conservando la misma cantidad de proteína equilibrada (Figura 1).

Así, hemos estimado que para los lechones con un alto potencial genético, la excreción de nitrógeno puede ser disminuida en 320 g (equivalentes a 2 kg de proteína) cuando se reduce el 1% del exceso de proteína de la ración. Este exceso de proteína consumida por los cerdos debe ser diseminada, lo que representa la formación de 690 g de urea y unas pérdidas de 5.8 Mcal de energía metabolizable (Pomar et Barnet, 1994). Este valor puede llegar a ser de 385 g de proteína excretada de más al ambiente para cerdos de crecimiento medio.

Evidentemente, esta disminución del consumo de proteína no puede hacerse si no disponemos de un buen conocimiento del potencial nutritivo de los alimentos y si nosotros no hemos determinado con precisión las necesidades en nutrientes de nuestros animales.

Contrariamente, los especialistas en nutrición deben tener en cuenta el hecho que las necesidades nutritivas de los cerdos aumentan con la edad y con su ape-

tito. De hecho, el apetito de los cerdos en crecimiento aumenta más rápidamente que las necesidades en nutrientes, y en particular, de la proteína. En consecuencia, el contenido ideal en nutrientes de un régimen adaptado a las necesidades de los cerdos disminuye con el tiempo (**Figura 3**).

La utilización de un número elevado de raciones durante el crecimiento de los cerdos permite adaptar mejor el contenido en proteína a las necesidades de los animales.

Hemos estimado el impacto de una alimentación con un número variable de fases sobre el crecimiento y los residuos de nitrógeno mediante modelización matemática (Pomar et al., 1991b; Pomar et Bamett, 1994). El protocolo de simulación asume que los cerdos tienen un potencial de crecimiento proteico constante entre 20 y 100 kg de peso vivo, que las concentraciones energéticas de las raciones son de 3,4 Mcal ED/kg y que la digestibilidad y la disponibilidad metabólica de la proteína es, respectivamente, de 75 y 85% para todas las raciones.

Estas raciones se han calculado con el fin de satisfacer las necesidades máximas de un cerdo medio al principio de cada fase de la alimentación. Los cerdos han sido alimentados con una, dos, tres o cuatro fases de alimentación y con cambios de ración semanales o diarios (alimentación multifase o con mezclas cambiantes). Los resultados de estas simulaciones se presentan en el **cuadro II**.

Ya que hemos formulado las raciones para satisfacer las necesidades proteicas máximas de los animales los diferentes sistemas de alimentación tienen un efecto reducido sobre el número de días necesarios para llegar a los 100 kg de peso vivo. Estos resultados pueden ser ligeramente diferentes en la realidad ya que el modelo asume que el consumo de energía durante todas las estrategias de alimentación era la misma. De hecho, tenemos poco conocimiento sobre el efecto que el contenido proteico de la ración puede tener sobre el apetito energético.

Contrariamente, el modelo muestra un efecto muy importante del número de fases de la alimentación sobre la excreción de nitrógeno (**cuadro II**). Así, la cantidad de proteína excretada se reduce a casi la mitad cuando se pasa de una a dos raciones en el periodo de crecimiento-acabado de los cerdos.

Un aumento progresivo del número de fases de alimentación disminuye la cantidad de nitrógeno excretado pero el efecto es cada vez menos importante. Una alimentación multifase con un ajuste de la composición del pienso semanal o diaria tendrá efectos igualmente similares sobre la reducción en la excreción de nitrógeno.

## Definición de los objetivos de producción

Los objetivos de producción son específicos de cada explotación y deben ser establecidos de acuerdo con los objetivos globales de producción. El objetivo de producción normalmente utilizado es el de minimizar el coste de la ración respetando las limitaciones nutricionales.

Otros objetivos de producción son la minimización del coste del alimento (\$/cabeza o \$/kg de ganancia), la maxi-

animales. Este tipo de objetivo implica que las necesidades nutricionales se establecen en función de los animales más exigentes.

En estas circunstancias, mientras que los animales con unas necesidades nutricionales elevadas se benefician de la situación, el resto de los animales es alimentado con un exceso de nutrientes, en particular de proteína y de fósforo. Mas aún, ha sido una práctica corriente el sobreestimar las necesidades nutricionales de los cerdos con el fin de asegurar que todos los animales expresaran su potencial máximo de crecimiento. Desgraciadamente, el régimen alimentario calculado para maximizar el crecimiento no es el mismo que minimiza el coste de la alimentación y menos aún que minimiza el contenido de nitrógeno y de fósforo de los purines.

Por otra parte, los programas actuales de formulación de raciones optimizan la mezcla de ingredientes con el único objetivo de reducir el coste de la mezcla. Este tipo de optimización no tiene en cuenta las consecuencias medioambientales de esta mezcla ni los costes relativos de un mejor equilibrio entre aminoácidos. De hecho, una fórmula óptima desde el punto de vista económico puede ser adecuada desde el punto de vista nutricional aunque tenga un aporte proteico excesivo y en consecuencia negativo para el medio ambiente.

El respeto a las limitaciones medioambientales es percibido frecuentemente como algo complejo, económicamente costoso y con un efecto nefasto sobre la competitividad de las empresas. A pesar de ello nosotros hemos demostrado recientemente, considerando la formulación lineal y multi-objetivo, que es posible combinar eficazmente las limitaciones económicas y medioambientales en la formulación de los alimentos para cerdos (Jean Dit Bailleul et al., 1996).

El objetivo de esta investigación era el de evaluar el potencial de formulación multi-objetivo, basada en el algoritmo simplex, que permitiera minimizar simultáneamente el precio de la fórmula y el nitrógeno excretado por los cerdos. Para ello, hemos utilizado los precios y la composición en materias primas disponibles en nuestros fabricantes de alimentos, un quebequés y un francés, a principios de cada mes del año 1995. Los resultados confir-

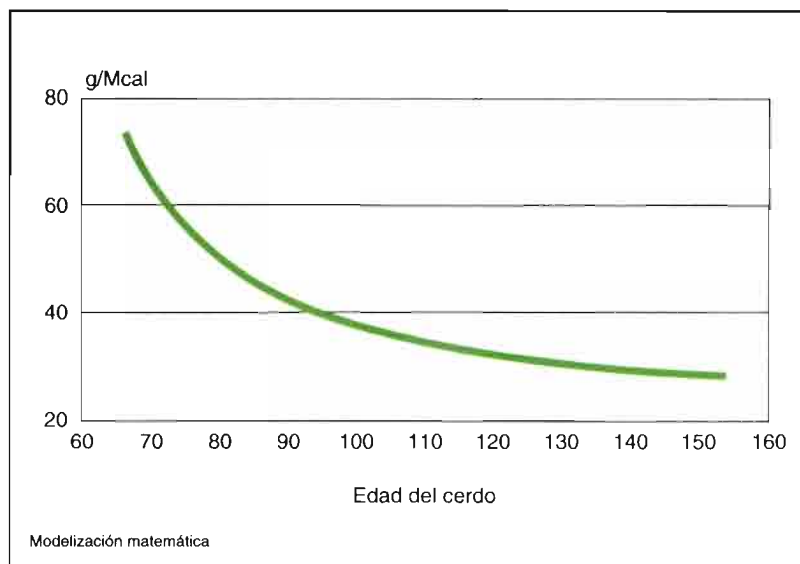


Fig 3.-Estimación de las necesidades proteicas del cerdo en crecimiento-acabado.

zación de los beneficios (\$/año), etc. (Patience et Tacker, 1989). Desgraciadamente, los métodos de formulación actuales, independientemente del grado de sofisticación, están limitados por el requisito de la linealidad de los condicionantes y de la función objetivo y por la dificultad en representar la complejidad de los sistemas de producción animal. En consecuencia, estos métodos no pueden optimizar de manera eficaz más allá de la concentración de los nutrientes preestablecidos por el formulador por unidad de peso o de energía.

Teniendo en cuenta la dificultad en establecer la tasa de crecimiento óptimo en relación al precio de los ingredientes o de los costes de producción, la mayor parte de los especialistas en nutrición establecen las limitaciones nutricionales con el objetivo de maximizar el crecimiento de los

man que para el año 1995 los residuos nitrogenados habrían sido del 43% en Quebec y del 67% en Francia si el criterio medioambiental se hubiera considerado de un 10% en la función económica.

Esta reducción de la carga contaminante del purín lleva consigo un aumento del coste de la mezcla de un 2,3% en Quebec y del 4,8% en Francia. Las diferencias observadas entre los dos países se explican por el coste relativo de la proteína, que es más elevado en Quebec, y por el número más elevado de materias primas disponibles en Francia.

Es posible así integrar el conjunto de las técnicas anteriormente comentadas en un modelo informático que determina directamente el programa alimentario que permite maximizar el beneficio de la producción porcina de una granja. Nuestros resultados preliminares (Jean Dit Bailleul et al., 1998) nos indican que es interesante racionar ligeramente el consumo de proteína de los cerdos con el fin de mejorar la rentabilidad de las explotaciones.

En efecto, satisfacer las necesidades en proteína máxima lleva al suministro de alimentos muy ricos en proteína, costosos, y a malgastar la proteína durante todo el

periodo de utilización de la mezcla. Por el contrario, un ligero racionamiento penaliza un poco el crecimiento durante un corto periodo pero permite economizar en alimentación durante el resto del periodo. Igualmente, la utilización de un primer alimento rico en proteína durante un largo periodo de tiempo representa malgastar, pero si su utilización no dura lo suficiente los resultados técnicos de los animales caerán, representando una importante pérdida de beneficios.

Nosotros hemos demostrado que una mejor determinación de los programas alimentarios podría permitir a los ganaderos aumentar en un 4,5% los beneficios por plaza de engorde y por año, disminuyendo los residuos de nitrógeno en la granja en un 2%.

## Conclusiones

Hoy en día es posible, mediante la alimentación, reducir las pérdidas de nitrógeno y fósforo de la producción porcina optimizando la utilización de la proteína contenida en los alimentos. Para la proteína en particular, son los excesos, derivados de un inadecuado aporte relativo de

los aminoácidos en relación con las necesidades, lo que constituye la principal fuente de nitrógeno de las deyecciones.

Para optimizar la utilización de la proteína es esencial evaluar el potencial nutritivo de los alimentos con la ayuda de una estimación precisa de los nutrientes digeribles y disponibles para el metabolismo animal. Igualmente, es esencial determinar de forma adecuada las necesidades nutricionales de los animales.

Por otra parte, una formulación que considera el equilibrio en aminoácidos de síntesis y, por lo tanto, que tiene una función objetivo que incluye las limitaciones medioambientales, puede contribuir de forma muy importante a la reducción de la excreción de nitrógeno. Si todas estas estrategias son puestas en práctica, es posible pensar que una reducción del orden del 50-65% de la excreción de nitrógeno es posible.

En lo que hace referencia al fósforo, es esencial conocer las necesidades de los animales para poder ajustar los aportes a las necesidades. Es posible aumentar su digestibilidad mediante enzimas, reducir los aportes y, en consecuencia, minimizar su excreción. ■

## INFORMATICA Y GESTION GANADERA

### SAQUELE EL MAXIMO BENEFICIO A SU GANADERIA

*Novedad ISAPORC para Windows*

- ▼ 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



### REMITIR A ISAGRI

Avda Blasco Ibáñez, 194-11  
46022 VALENCIA

Deseo recibir información sobre las soluciones ISAGRI

Nombre: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

C.P.: \_\_\_\_\_

Localidad: \_\_\_\_\_

Tfno: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_