

Alimentación y calidad composicional de la Canal

Fuente: Apuntes del la cátedra de Sistemas de Producción Animal (Producción Porcina), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.

Ing. Agr. Msc. Daniel Campagna

Ing. Agr. Patricia Silva

Se puede afirmar que entre las naciones consumidoras de carne de cerdo existe una tendencia a reducir el consumo en los tenores de grasa.

La reducción del contenido de grasa en el cerdo ha representado el aspecto más importante en la mejora de la calidad de la carne durante los últimos 25 años. Las canales porcinas han incrementado su contenido de magro con el avance en los conocimientos sobre las necesidades nutritivas y con la selección de tipos genéticos magros.

La proporción de tejido magro en la canal depende en parte de la genética, pero puede ser también alterada mediante manipulaciones de la dieta.

La alimentación, además de su incidencia en los costos de producción, es uno de los factores que más influye en la calidad final del producto, y representa un recurso susceptible de ser manejado por el productor.

Es decir, la genética y la alimentación son los dos factores que mayor incidencia tienen sobre la calidad composicional¹ de las canales porcinas. En este sentido sería conveniente analizar las condiciones que provocan el engrasamiento:

- 1.- Cuando la dieta es desbalanceada (para cualquier peso vivo).
- 2.- Cuando el consumo de alimento excede los requerimientos de mantenimiento y crecimiento del tejido magro (para cualquier peso vivo).
- 3.- Cuando por razones claramente fisiológicas del animal se privilegia la deposición de grasa a la de músculo. Ejemplos de esto lo constituye: el animal postdestete (cuando nace tiene 1% de grasa y al cabo de 30 días llega a poseer un 10%); la cerda gestante privilegia la deposición de grasa para prepararse para la lactancia.
Este mecanismo también se da en condiciones previas de expectativas de déficit alimentario.
- 4.- Cuando la madurez de la masa muscular se ha logrado y en el animal adulto la ingesta de alimento no tiene otra función que satisfacer la deposición de grasa.

¹ Calidad composicional: proporción de los diferentes tejidos en la canal, fundamentalmente tejido graso y tejido muscular o magro

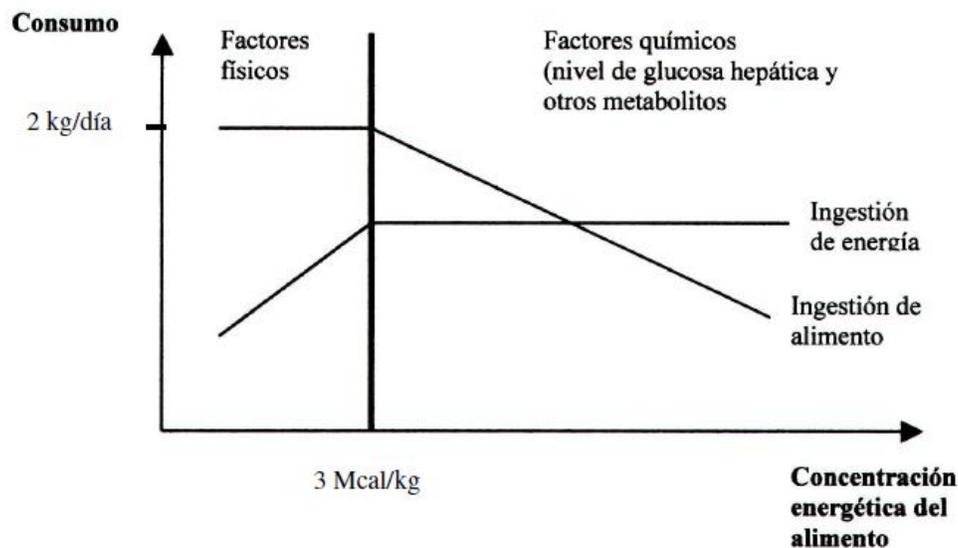
Teniendo en cuenta estos condicionantes que deben darse para la deposición de tejido graso en la canal, resulta claro que los dos primeros pueden ser manejados por el hombre para satisfacer la demanda de un producto final de calidad. Por lo tanto, conviene analizar cada uno de ellos para poder manejarlos convenientemente:

1.-Dieta desbalanceada

a. Desfasaje entre los factores que regulan el consumo.

Un animal deja de comer cuando está lleno (límite físico) o cuando está satisfecho desde el punto de vista energético, el evento que se da primero es el que limita el consumo (figura 1).

Figura 1. Regulación de la ingesta alimenticia.



Esto puede quedar más claro con un ejemplo:

Se le suministra a un animal una dieta cuya concentración es de 2 Mcal/kg cuyo requerimiento es de 6 Mcal./día y 400 g de proteína/día con una capacidad de estomago de 2 kg (límite físico).

Este animal para saciarse energéticamente necesita 6 Mcal/día, pero su estómago tiene una capacidad de 2 kg; si se le ofrece una dieta hipotética que posee 2 Mcal/kg, el animal al ingerir solo 2 kg de alimento (esta impedido de comer más por un límite físico) solo llega a consumir 4 Mcal/día (2 kg x 2 Mcal/día). Para que cubra sus requerimientos energéticos deberá ingerir una dieta que tenga 3 Mcal/kg de alimento (2kg de capacidad x 3 Mcal/día) (Caso 1- Cuadro 1).

Por otro lado, si se da una dieta de 3,5 Mcal/kg de alimento (Caso 2 – Cuadro 1) el animal deja de consumir cuando satisface las 6 Mcal de energía, es decir cuando consume 1,7 Kg. de alimento.

3.5 Mcal -----1.0 kg
6.0 Mcal-----1.7 kg

¿Qué sucede con el aporte de proteína?, si la dieta poseía 3 Mcal/kg de alimento y aportaba, por ejemplo: 20% de proteína, cuando el animal consuma 2 kg de alimento estaría ingiriendo los 6 Mcal/día necesarios y 400 g de proteína. Sin embargo, si en la última dieta (Caso 2) se aumenta la concentración energética a 3,5 Mcal/kg sin modificar la proporción de proteína (20%) al variar el consumo se modifica la ingesta de proteína. Es decir, que si se esta formulando la dieta por porcentaje de proteína y no se respeta la energía de la dieta en más o en menos, se corre el riesgo que el animal ingiera una dieta desbalanceada. En el último caso deja de comer al satisfacer sus requerimientos en energía aunque sus requerimientos proteicos no estén cubiertos (340 g vs 400 g).

Cuadro 1. Ejemplos de desbalance por factores que regulan el consumo.

| | Energía consumida (ED/día) | Consumo voluntario diario | Proteína consumida (g/día) | Relación Energía/proteína |
|--------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Caso 1 | (3.0 Mcal/kg) 6 Mcal | 2 kg | 400 g proteína (20 % PB) | 1Mcal/66.7 g proteína |
| Caso 2 | (3.5 Mcal/kg) 6 Mcal | 1,7 Kg | 340 g proteína (20 % PB) | 1Mcal/57.1 g proteína |

En el caso 2, la energía en exceso (en relación con la proteína) se destina para formar grasa y el animal no tendrá suficiente proteína para formar músculo. Por lo tanto, al formular una ración se deberá tener en cuenta la relación Energía / proteína, de esta manera se tiene la seguridad que si varía la energía, la proteína acompaña esta modificación. Con el resto de los nutrientes el fenómeno se da de la misma manera (Cuadros 2 al 4).

Cuadro 2. Aportes proteicos y de aminoácidos según distintas densidades energéticas en dietas de iniciación (5 a 10 kg).

| DENSIDAD ENERGÉTICA | NRC 1979 | NRC 1988 | ARC 1981 | INRA 1984 |
|--------------------------------|----------|----------|----------|-----------|
| Proteína (%) | | | | |
| 3300 | 18.8 | 19.5 | 19.5 | 19.8 |
| 3400 | 19.4 | 20.1 | 20.1 | 20.4 |
| 3500 | 20.0 | 20.7 | 20.7 | 21.0 |
| Lisina (%) - | | | | |
| 3300 | 0.89 | 1.12 | 1.35 | 1.32 |
| 3400 | 0.92 | 1.16 | 1.39 | 1.36 |
| 3500 | 0.95 | 1.19 | 1.44 | 1.40 |
| Metionina + cistina (%) | | | | |
| 3300 | 0.53 | 0.56 | 0.69 | 0.76 |
| 3400 | 0.54 | 0.58 | 0.71 | 0.78 |
| 3500 | 0.56 | 0.60 | 0.74 | 0.81 |
| Triptofano (%) | | | | |
| 3300 | 0.13 | 0.17 | 0.20 | 0.23 |
| 3400 | 0.14 | 0.17 | 0.20 | 0.24 |
| 3500 | 0.14 | 0.18 | 0.21 | 0.25 |

Requerimientos Nutricionales del cerdo. Análisis Comparativo. Dr. Iñigo Díaz Cuevas. 1989

Cuadro 3: Aportes proteicos y de aminoácidos según distintas densidades energéticas en dietas de crecimiento.

| DENSIDAD ENERGÉTICA | NRC 1979 (35-60 kg) | NRC 1988 (20-50 kg) | ARC 1981 (15-50 kg) | INRA 1984 (25-60 kg) |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Proteína (%) | | | | |
| 3100 | 12.7 | 13.6 | 15.5 | 15.2 |
| 3300 | 13.5 | 14.5 | 16.5 | 16.2 |
| 3400 | 13.9 | 15.0 | 17.0 | 16.7 |
| Lisina (%) - | | | | |
| 3100 | 0.56 | 0.68 | 1.09 | 0.78 |
| 3300 | 0.59 | 0.73 | 1.16 | 0.83 |
| 3400 | 0.61 | 0.75 | 1.19 | 0.85 |
| Metionina + cistina (%) | | | | |
| 3100 | 0.37 | 0.37 | 0.56 | 0.47 |
| 3300 | 0.40 | 0.40 | 0.59 | 0.50 |
| 3400 | 0.41 | 0.41 | 0.61 | 0.51 |
| Triptofano (%) | | | | |
| 3100 | 0.09 | 0.12 | 0.16 | 0.16 |
| 3300 | 0.10 | 0.13 | 0.17 | 0.17 |
| 3400 | 0.10 | 0.14 | 0.17 | 0.17 |

Requerimientos Nutricionales del cerdo. Análisis Comparativo. Dr. Iñigo Díaz Cuevas. 1989

Cuadro 4. Aportes Proteicos y aminoácidos según distintas densidades energéticas en dietas de engorde.

| DENSIDAD ENERGÉTICA | NRC 1979 (60 - 100 kg) | NRC 1988 (50-110 kg) | ARC 1981 (50 - 90 kg) | INRA 1984 (60 -100 kg) |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Proteína (%) | | | | |
| 3000 | 11.4 | 11.4 | 10.8 | 12.9 |
| 3100 | 11.8 | 11.8 | 11.2 | 13.3 |
| 3300 | 12.5 | 12.5 | 11.9 | 14.2 |
| Lisina (%) | | | | |
| 3000 | 0.51 | 0.54 | 0.75 | 0.66 |
| 3100 | 0.53 | 0.56 | 0.78 | 0.68 |
| 3300 | 0.56 | 0.59 | 0.83 | 0.73 |
| Metionina + cistina (%) | | | | |
| 3000 | 0.27 | 0.30 | 0.39 | 0.39 |
| 3100 | 0.28 | 0.31 | 0.40 | 0.40 |
| 3300 | 0.30 | 0.33 | 0.43 | 0.43 |
| Triptofano (%) | | | | |
| 3000 | 0.09 | 0.09 | 0.12 | 0.12 |
| 3100 | 0.09 | 0.09 | 0.12 | 0.12 |
| 3300 | 0.10 | 0.10 | 0.13 | 0.13 |

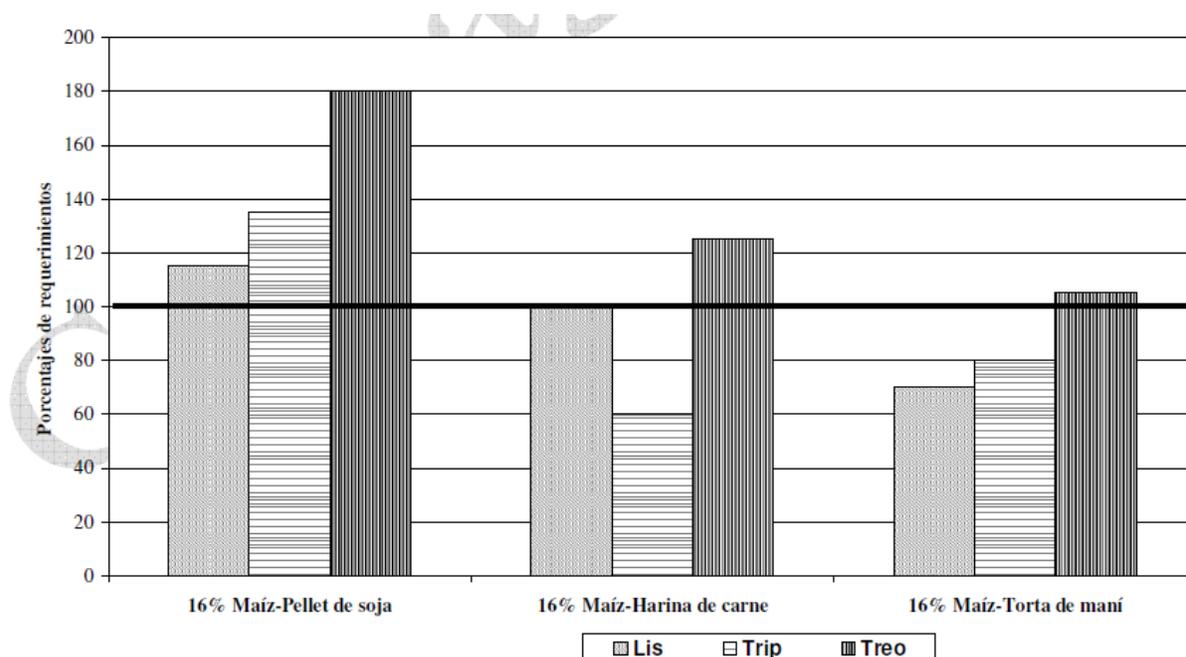
Requerimientos Nutricionales del cerdo. Análisis Comparativo. Dr. Iñigo Díaz Cuevas. 1989

En los cuadros 2, 3 y 4 se puede observar que para que la relación energía/proteína permanezca constante, a medida que la concentración energética aumenta el porcentaje de proteína también debe aumentar, de lo contrario el animal “se engrasará”.

b. Desbalance de aminoácidos (AA)

Si se ofrece al animal una dieta formulada en base a de proteína bruta (PB), compuesta por distintos ingredientes se pueden presentar diferentes consecuencias, como por ejemplo las observadas en el figura 2.

Figura 2: Dietas de 16% de proteína bruta, formuladas con distintos alimentos, para satisfacer los requerimientos de lisina, triptófano y treonina de cerdos en crecimiento.



- Si la dieta se basa en maíz y pellet de soja, están cubiertas las necesidades de Lisina, Treonina y Triptófano.
- Si la dieta se basa en maíz y harina de carne, están cubiertas las necesidades de Lisina y Treonina, pero hay deficiencia de Triptófano.
- Si la dieta se basa en maíz y harina de maní, existen deficiencias de Lisina y Triptófano.

Estas dos últimas dietas están formuladas en base al porcentaje de Proteína bruta, pero desbalanceadas en cuanto a los aminoácidos.

Cuando se formula una dieta no es suficiente cubrir los requerimientos de proteína, además, deben tenerse en cuenta las cantidades de esta a partir de sus aportes en aminoácidos. Es en este punto donde surge el concepto de **proteína ideal**, el que se puede definir de diferentes maneras para una mejor comprensión:

Proteína ideal

- **Balance óptimo de aminoácidos de la dieta**
- **Balance de aminoácidos exactamente en la proporción de los requerimientos del cerdo.**
- **Un balance de aminoácidos en la dieta que rinde la mayor utilización de proteína alimenticia.**
- **El balance de aminoácidos que no puede ser mejorado con la inclusión de ninguno de ellos.**
- **La parte de cualquier proteína bruta de la dieta que es totalmente disponible.**

Las recomendaciones de proteína ideal dependen de cada categoría de animales y del destino de los aminoácidos (mantenimiento o crecimiento).

La proteína ideal toma como base 100 a la lisina y referencia a los demás aminoácidos esenciales en relación a esta. La proteína ideal es posible de alcanzar con la inclusión de algunos aminoácidos producidos en forma sintética. Los más utilizados son: lisina, metionina y treonina. Esto permite mantener altos niveles de AA con bajo aporte de proteína bruta, respetando el concepto de proteína ideal. Además, están apareciendo más AA sintéticos como el triptófano y la arginina. La dosis de AA empleada para cada categoría varía de acuerdo con el tipo de formulación e ingredientes utilizados.

Ventajas de trabajar con una dieta bien equilibrada en aminoácidos:

1. Mejora la utilización de la Energía Neta para el crecimiento, disminuyendo la producción del incremento térmico resultante del catabolismo de los aminoácidos en exceso (Noblet y col., 1987. Citado por Henry, 1990).
2. Estimula el apetito limitado de los cerdos de genotipo magro y crecimiento rápido (Henry, 1988).

Las dietas comunes (formulación en base a proteína bruta) ofrecidas a los cerdos son naturalmente desequilibradas en aminoácidos, ya que para cubrir los requerimientos de los más limitantes se ofrecen en exceso el resto de los aminoácidos esenciales. Entre estos se encuentran: leucina, isoleucina y valina (AA ramificados); fenilalanina y tirosina (AA aromáticos) y arginina.

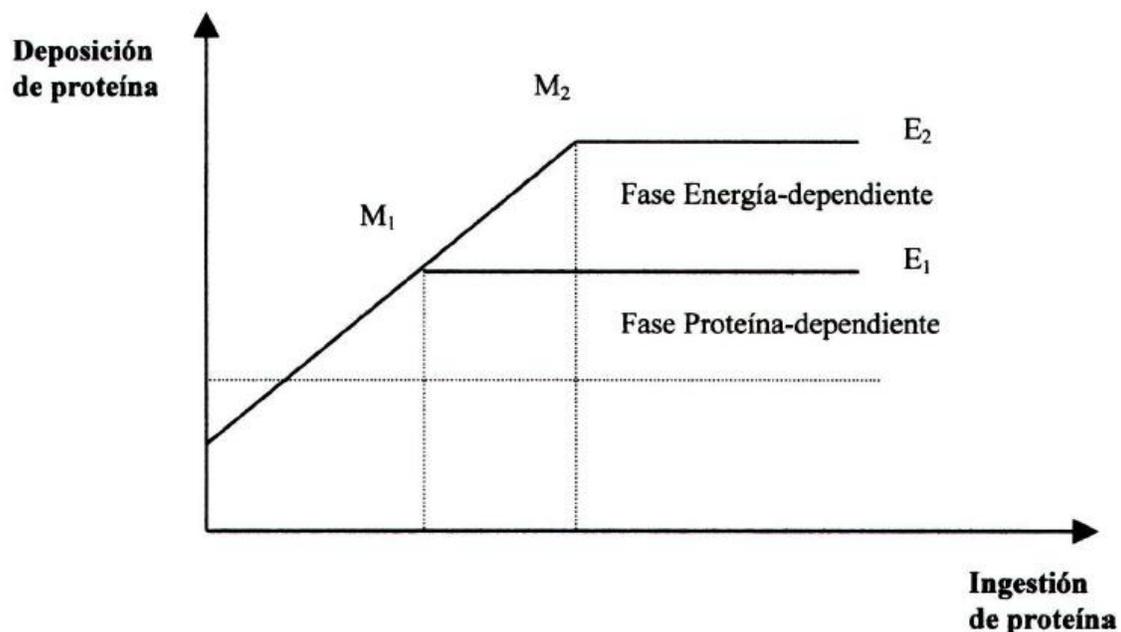
Como consecuencia de este desequilibrio, se pueden producir interacciones negativas de nutrientes.

3. Por medio de una dieta equilibrada es posible reducir los desechos de nitrógeno, en los efluentes y en la atmósfera, manteniendo las performances de producción en su nivel óptimo.

c. Desbalance proteína/energía

Si se ofrece a un animal dietas con cantidades crecientes de proteína sin variar la concentración energética de las mismas, la proteína se irá depositando hasta llegar a un plato que está dado por el nivel de energía dietario. Si el animal no tiene energía para depositar la cantidad creciente de proteína se seguirá depositando la misma cantidad (figura 3 -Nivel de energía E1-). Hasta no corregirse el nivel de energía no aumentará la deposición de proteína (figura 3 - Nivel de energía E2-). Si la energía no satisface las necesidades del animal la proteína excedente se transforma en grasa; ahora bien, si el animal consume una dieta que cubre los requerimientos energéticos y esta posee una mayor relación proteína/energía, el animal formará más músculo, porque va a utilizar parte de la energía para desaminar esa proteína en exceso entonces va a destinar menos energía a grasa. De esta forma indirecta se va a obtener un animal más magro.

Figura 3. Relación entre ingestión proteica y energética y la deposición de proteína en el cerdo (Edward y Campbell, 1991)



La relación Proteína/Energía depende de la **categoría**, del **nivel genético** y del **sexo** de los animales.

1) Relación Proteína/Energía según categorías

Como ejemplo de esta relación se puede mencionar el caso de lechones y de animales en terminación de acuerdo a las tablas de NRC 1998.

En el caso de un lechón desde los 3 a los 5 kg de peso vivo la relación es de 76 g de proteína/ 1000 Kcal ED y 3.97 g de lisina/1000 Kcal ED.

En un animal de 80 a 120 kg esta relación pasa a ser de 38.8 g de proteína / 1000 Kcal. ED y 1.51 g de lisina/1000 Kcal ED.

II) Relación Proteína/Energía según el nivel genético

Como ejemplo de las diferencias en requerimientos (PB/Energía) para los diferentes niveles genéticos, en la cuadro 5 se observan los resultados de un trabajo de Campbell, y col. (1988) donde se fue aumentando la energía de la dieta con un nivel óptimo de proteína en dos grupos de machos enteros: uno de ellos con alto mérito genético para la deposición de tejido magro y el otro con menor ímpetu de crecimiento para la deposición de músculo. Con el aumento de la energía, la deposición de proteína fue aumentando, hasta que el animal de tipo genético menos magro, antes de llegar al consumo voluntario de energía, llegó a un plató de deposición de proteína (128 g); mientras que el animal magro siguió depositando proteína, incluso al llegar al máximo de consumo de energía todavía no había llegado a cubrir la tasa máxima de deposición de proteína. El macho entero está capacitado para deponer más músculo y esto es mayor aún si la raza es mejorada para crecimiento de tejido magro.

Cuadro 5. Efecto del consumo de energía, entre los 45 y 90 kg de peso vivo sobre la deposición de proteína y la performance de machos enteros de razas de rápido (A) y lento (B) crecimiento.

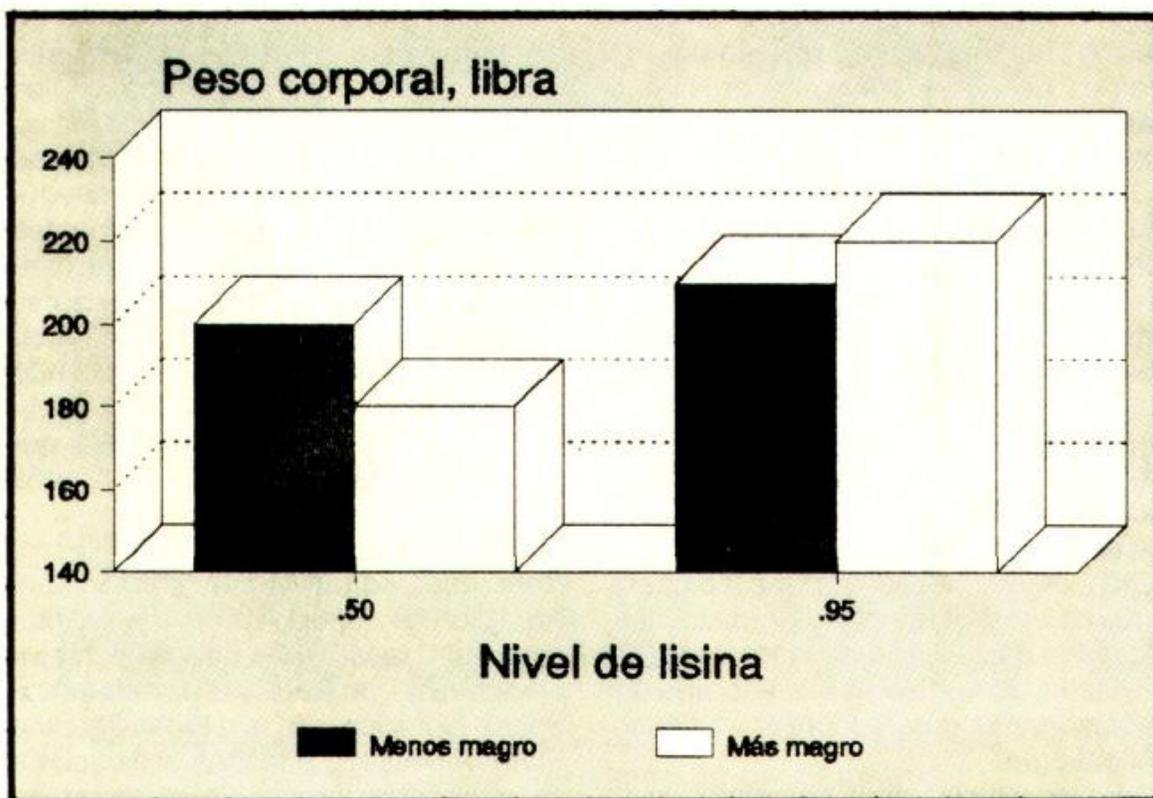
| Consumo de energía (MJ ED/día) | Tipo genético | Deposición de proteína (g) | Ganancia diaria (g) | Consumo de alimento (kg) |
|--------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------|--------------------------|
| 22.2 | A | 92 | 567 | 2.60 |
| | B | 81 | 470 | 3.12 |
| 25.1 | A | 105 | 622 | 2.66 |
| | B | 87 | 595 | 2.80 |
| 27.6 | A | 119 | 764 | 2.39 |
| | B | 105 | 680 | 2.69 |
| 30.6 | A | 135 | 826 | 2.40 |
| | B | 115 | 734 | 2.77 |
| 33.5 | A | 148 | 944 | 3.36 |
| | B | 128 | 820 | 2.70 |
| 36.8 | A | 166 | 1110 | 2.23 |
| | B | 129 | 870 | 2.85 |
| <i>Ad libitum</i> * | A | 189 | 1202 | 2.26 |
| | B | 125 | 915 | 3.05 |

* Consumo de energía *Ad libitum* fue de 40.6 y 40.7 MJ ED/día para los cerdos de las razas A y B respectivamente. Campbell y Taverner (1988) citado por Edwards y Campbell (1991)

En el grupo de machos enteros mejorados de este trabajo no se llegó al límite de deposición de proteína.

Es importante notar que cuando los cerdos de genotipo magro son alimentados con niveles marginales de lisina la ganancia de peso corporal disminuye drásticamente en comparación con los cerdos de genotipo menos magro, así lo demuestran los resultados obtenidos en una prueba realizada en la Universidad de Kentucky (1988) (figura 4).

Figura 4: Influencia del genotipo y del nivel de lisina en el peso corporal



III) Relación Proteína/Energía según el sexo

Trabajos de Cromwell, y col. (1993) (figura 5 y 6) demuestran una mayor respuesta al suministro creciente de lisina y proteína en hembras en comparación con los machos castrados. En el caso de aumentar la concentración de Lisina de la dieta en las hembras existe una gran respuesta en la ganancia diaria de peso. El ensayo consistió en ofrecer dietas con valores de lisina y proteína recomendadas por NRC 1988 con concentraciones crecientes de estos nutrientes a grupos de animales del mismo sexo (hembras y machos castrados). Se observó que la ganancia de peso en las hembras se incrementó de 770 g/día a 850 g/día, mientras que en los machos se mantuvo en alrededor de 900 g/día. Si se compara la eficiencia de conversión se observa que hay un pequeña

mejora en los machos castrados y una gran respuesta en las hembras, en este caso las hembras disminuyen el consumo para producir igual cantidad de kilogramos. El espesor de grasa dorsal también se reduce en las hembras y se mantiene constante en los machos. Con estos resultados se puede concluir que los requerimientos de proteína y de aminoácidos (en este caso la lisina) de las hembras es diferente al de los machos castrados y se pone de manifiesto la importancia de separar los animales por sexo y otorgarles diferente alimentación ya que el plató de deposición de proteína en las hembras es mayor.

Figura 5. Respuestas de machos castrados y hembras a diferentes concentraciones de lisina.

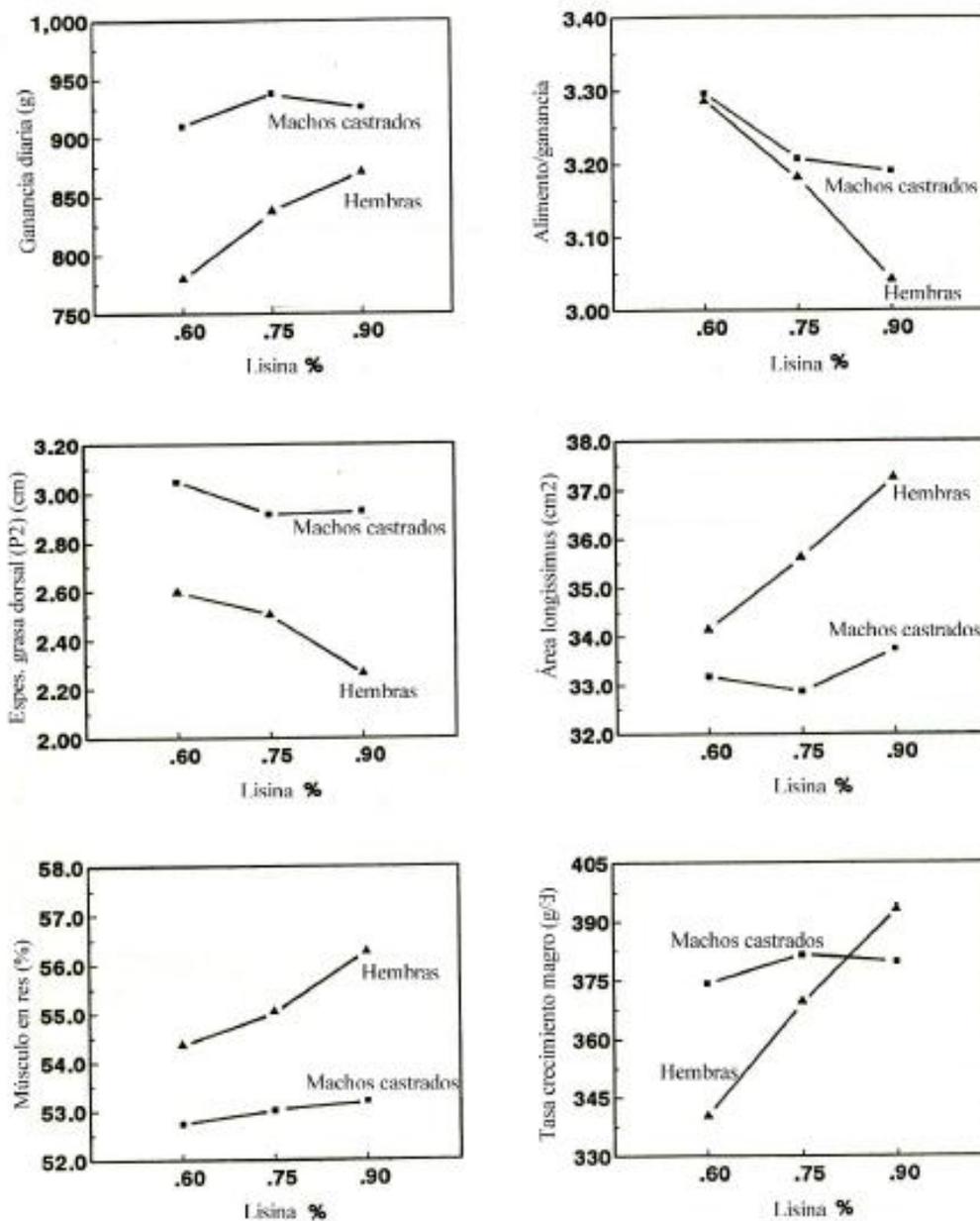
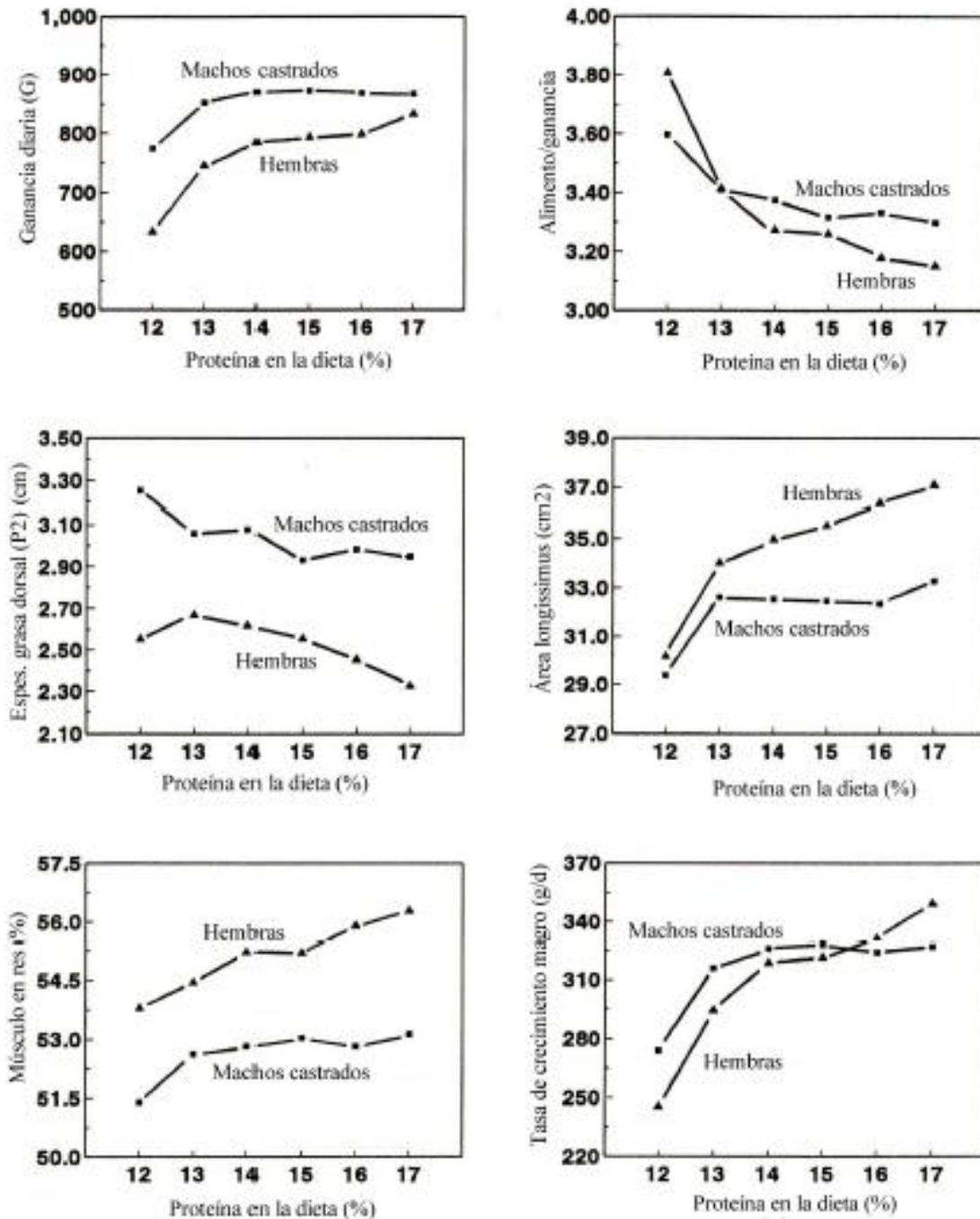


Figura 6. Respuestas de machos castrados y hembras a diferentes niveles de proteína.



Ventajas de dietas balanceadas:

- **Mejora la calidad de la carne (magro)**
- **Mayor eficiencia de producción porque hay menor pérdida energética.**
- **Mayor consumo** (no hay competencia entre los aminoácidos).
- **Menor pérdida de Nitrógeno al medio** (se puede reducir en un 30 - 40%).

2.- El consumo excede las necesidades de mantenimiento y crecimiento de tejido magro:

Existe una tasa máxima de deposición de proteína que depende del sexo y del nivel genético (National Pig Herd).

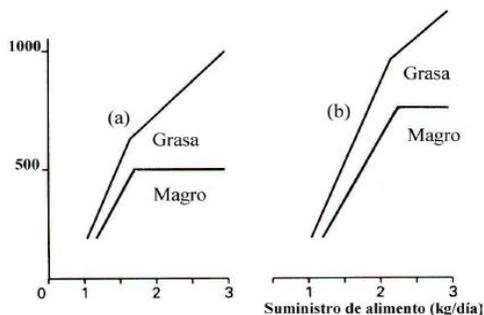
Cuadro 6. Rangos estimados de tasas máximas de deposición de proteína (gr./día).

| | Machos enteros | Hembras | Castrados |
|--------------------|-----------------------|----------------|------------------|
| No mejorado | 130 | 115 | 100 |
| Mejorado | 175 | 155 | 140 |

De acuerdo a National Pig Herd, el macho entero mejorado puede depositar hasta 175 g de proteína por día, la hembra deposita menos y el que posee menor tasa de deposición de proteína es el macho castrado. Si el consumo excede las necesidades de mantenimiento y crecimiento de tejido magro el animal se engrasa.

En animales jóvenes al poseer un consumo diario reducido (1 a 1.5 kg) si la dieta es balanceada no pueden superarse las necesidades de crecimiento del tejido magro. En cambio, en un animal adulto en crecimiento, el consumo puede exceder las necesidades de mantenimiento y de crecimiento de tejido magro y aunque la dieta sea balanceada podrá engrasarse. Esto dependerá del sexo y del nivel genético que, como se mencionó, son los que determinan la tasa máxima de deposición de proteína y por ende del plató de deposición de tejido magro.

Figura 7. Ganancia diaria de grasa y de tejido magro en respuesta al incremento en el suministro de alimento.



De acuerdo a la figura 7, un macho castrado (a) con 2 Kg. de consumo supera el máximo nivel magro, mientras que la hembra (b) todavía no ha llegado a la deposición máxima. Sin embargo, en ambos casos cuando son jóvenes, no llegan al plató de nivel de magro porque no alcanza el consumo suficiente. Este esquema podría representar, indistintamente: a una hembra (a) y a un macho entero (b); a un macho castrado (a) y a un macho entero (b).

Restricción alimenticia

La principal aplicación práctica de la manipulación de la dieta es alterar la proporción de grasa en la canal. A primera vista parecería que, dado que la grasa es un medio de almacenar la energía disponible por encima de los requerimientos, todo lo que se necesitaría para reducirla es restringir al animal suministrándole la cantidad de alimento necesaria para satisfacer sus requerimientos para el crecimiento del tejido magro. Esta es la idea básica que subyace en la práctica de la restricción alimenticia. Sin embargo, muchos cerdos sometidos a programas de restricción muestran un exceso de grasa a la faena debido a que su constitución genética determina que si hay energía disponible por encima del nivel de subsistencia, parte de la ganancia de peso deberá estar representada por tejido adiposo como un seguro energético para posibles épocas de carencia (Fowler, 1976). En términos generales, de todas maneras, puede afirmarse que los niveles altos de alimentación contribuyen a producir animales grasos, mientras que los niveles más bajos evitan este efecto. Sin embargo, juega también un papel fundamental el nivel de mejora genética de la población analizada. Dado que la ingesta voluntaria de alimento está regulada por el apetito, los animales genéticamente mejorados, que han sido seleccionados por bajo espesor de grasa corporal y alta eficiencia de conversión bajo alimentación *ad libitum*, que presentan un apetito reducido, difícilmente acumulen exceso de grasa, aún cuando se los alimente a voluntad (Cameron y col., 1994; Webb, 1996). Por el contrario, en aquellos animales con escaso potencial para la formación de tejido magro o con más apetito, será necesario controlar (restringir) el consumo de alimento para evitar su engrasamiento (Vietes y col. 1997).

Un manejo alimenticio en algunas explotaciones porcinas es, por lo tanto, ofrecer dietas balanceadas (calidad), pero restringir el consumo de alimento (cantidad) de manera tal que la deposición de tejido adiposo se vea más afectada que la deposición de músculo, alterando de esta manera la composición corporal final (Davies, 1983). En consecuencia, una alternativa para producir cerdos con una mayor relación músculo:grasa, es aplicar metodologías que permitan controlar y regular el consumo de alimento. Este manejo se puede lograr mediante el ofrecimiento de una cantidad de alimento que represente una fracción del consumo voluntario *ad libitum* (Vanschoubrock y col., 1967), por el agregado de sustancias que diluyen la concentración de nutrientes (Baker y col., 1968), o por la regulación del tiempo de ingesta (Veum y col., 1970). Con respecto a esta última alternativa se ha probado, con consumo *ad libitum*, alternar días de consumo y días de ayuno (Veum y col., 1970), limitar el acceso al alimento por horas diarias

(Wyllie y Owen, 1978) o permitir el consumo dos veces al día en lapsos limitados (Cöp y Buiting, 1977). El fundamento último de estos manejos de la restricción se encuentra en el hecho ya discutido que todo tipo de disminución en el consumo si bien reduce las ganancias diarias de peso, mejora generalmente la eficiencia de conversión, y produce una menor deposición de grasa (Vanchoubrouck y col., 1967) ya que, cuando se reduce el consumo, la tasa de deposición de grasa disminuye proporcionalmente más que la de músculo, lo que lleva finalmente a la producción de reses más magras (Fuller y Livingstone, 1978).

Cuadro 7. Nivel de alimentación requerido para prevenir el engrasamiento indeseado y la producción de grasas inaceptables en reses.

| | Machos enteros | Hembras | Machos castrados |
|----------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------|
| Mejorado | A voluntad | A voluntad | Restricción leve |
| Poco mejorado | A voluntad | Restricción leve | Restricción media |
| Sin mejorar | Restricción leve | Restricción media | Restricción alta |

Niveles de restricción del consumo voluntario de una dieta balanceada²: leve: 5 %, media: 5 -10%, alta: 10 - 15%

Para obtener un animal magro la alimentación antes de los 45 - 50 kg bastará con que sea a partir de una dieta balanceada, es decir no será necesario ni conveniente restringir su consumo, ya que no tiene porque este superar la tasa máxima de deposición de proteínas. A partir de los 50 kg si es un macho entero, el nivel de restricción dependerá del nivel de mejoramiento genético. Lo mismo sucederá en la hembra. En cambio si es un macho castrado, independientemente del nivel genético del animal, la restricción tendrá respuesta.

² Niveles de restricción para animales criados en confinamiento. Para animales mantenidos sobre pasturas los niveles pueden ser mayores.

Reflexiones finales

Con el advenimiento de una economía abierta, competitiva y el sistema de tipificación para la comercialización de las canales en Argentina, que tiene en cuenta la calidad de las mismas basada en el porcentaje de músculo, el productor deberá adaptarse a estos cambios. Para ser eficiente, el productor porcino debe tratar de lograr la máxima tasa de crecimiento de los animales en función de los alimentos que dispone y en relación a las exigencias del mercado en el que se desenvuelve y plantearse como meta la obtención de animales con menor porcentaje de grasa y mayor proporción de músculo. Básicamente, esto podrá lograrlo a partir del mejoramiento genético de su piara y de un correcto manejo de la alimentación. En el corto plazo, el control de la nutrición durante el crecimiento es la principal herramienta que dispone para manipular la calidad final de las canales y adecuarlas a las exigencias del mercado, teniendo en cuenta que la alimentación influye sobre la calidad del producto final, tanto por la cantidad de alimento consumido como por la calidad del alimento ofrecido.

Para cerdos de una composición genética dada, el contenido de magro es función del balance de nutrientes en la ración. El contenido de músculo en el cuerpo de un cerdo en crecimiento resulta del balance de nutrientes en su dieta. Son importantes, principalmente, la densidad energética y la relación entre la energía y los aminoácidos esenciales que constituyen las proteínas de esa ración.

Bibliografía citada

Baker, D.H.; Becker, D.E.; Jensen, A.H.; Harmon, B.G. 1968. Effect of dietary dilution on performance of finishing swine. *J. Anim. Sci.* 27:1332-1335.

Bastianelli, D.; Sauvant, D. 1997. Modelling the mechanisms of pig growth. *Livestock Production Science*, 51: 97-107.

Cameron, N. D.; Curran, M.K.; Kerr, J.C. 1994. Selection for components of efficient lean growth in pigs. *Anim. Prod.* 59:251-281.

Campbell, R.G.; Taverner, M.R., 1988. Genotype and sex effects on the relationship between energy intake and protein deposition in growing pigs. *Journal of Animal Science*, 66. (3).

Ceres. 1995. Alimentación de cerdos en engorde para obtener máximo rendimiento de tejido magro. Estación de Pruebas de Reproductores Porcinos Convenio INTA-MGP – Información sobre cerdos. Vol. 1 (1).

Cöp, W.A.G.; Buiting, C.A.J. 1977. Feed intake in six lines of pigs and its influence on growth and carcass traits. 1. Feeding twice daily for 20min. per session. *Anim. Prod.* 25:291-304.

Cortamira, O.; Garcia, P. 1983. Efecto de una restricción alimenticia en función del acceso a la comida, sobre la performance y la calidad de la carne en cerdos en la etapa de crecimiento-terminación. Informe Técnico N° 192. INTA Pergamino.

Cromwell, G.L.; Cline, T.R.; Crenshaw, J.D.; Crenshaw, T.D.; Ewan, R.C.; Pettigrew, J.E.; Hamilton, C.R.; Lewis, A.J.; Mahan, D.C.; Miller, E.R.; Tribble, L.F.; Veum, T.L. 1993. The dietary protein and or lysine requirements of barrows and gilts. *J. Anim. Sci.* 71: 1510-1519.

Davies, A. S. 1983. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 100:681-692.

Easter, R. A. 1995. Formulation of rations based on ideal protein for swine. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 15 (1): 131-138

Edwards, A.C.; Campbell, R.G. 1991. Energy-Protein interactions in pigs, R.A.A.N.

Emmans, G.C.; Kyriazakis, I.K., 1997, Models of pig growth : problems and proposed solutions. *Livestock Production Science*, 51 (3):119-129.

Fowler, V.R. 1976. The nutritional control of growth. In: *Meat animals. Growth and productivity*. D. Lister, D.N. Rhodes, V.R. Fowler and M.F. Fuller Eds. Plenum Press. London, p. 285.

Fuller, M. F. and Livingstone, R.M. 1978. Effects of progressive feed restriction on the growth and carcass composition of pigs: comparative responses of gilts and castrates. *J.Agrc.Sci. (Inglaterra)* 91: 337-341.

Granghi, R.R. and Strain, J.H. 1980. Evaluation of two methods of feed restriction for growing-finishing hogs. *Can.J.Anim.Sci.* 60:149-158.

Henry, Y. 1990. Últimos avances y perspectivas en la nutrición energética y proteica del cerdo.

Pettigrew, J. E. 1996. Ideal protein. *Memorias IV Congreso Nacional y pre-Latino de Producción Porcina y IX Jornadas de Actualización Porcina*. 19 al 21 de setiembre Paraná. Argentina. p: 79-84.

Vanschoubroek, F.; de Wilde, R. and Lampo, P.H. 1967. The quantitative effects of feed restriction in fattening pigs on weight gain, efficiency of feed utilization and backfat thickness. *Anim. Prod.* 9:67-74.

Veum, T.L.; Pond, W.G.; Van Vleck, L. D.; Walker, E.F. Jr. And Krook, L. 1970. Effect to feeding-fasting interval on finishing pigs: weight gain, feed utilization and physical and chemical carcass measurement. *J.Anim.Sci.* 30:382-387.

Vietes, C.; De Caro, A.; Basso, C. 1997. *El Sector porcino Argentino. Calidad, Integración y Comercio*. Ed. Orientación Gráfica.

Webb, A.J. 1996. Future challenges in pig genetics. Pigs News and Information 17:11N-16N.

Whittemore, C.T., 1993. Ciencia y Práctica de la Producción Porcina. Ed. Acribia. p. 647.

Wyllie, D.; Owen, J.B. 1978. The effect of restricted access to food on the voluntary food intake of pigs. J.Agric.Sci. (Inglaterra) 90: 70-82.

Bibliografía consultada

Bastianelli, D.; Sauvant, D., 1997, Modelling the mechanisms of pig growth. Livestock Production Science. 51 (3): 97-107.

Campbell, R.G. 1987. Energy and protein interrelationships In The Young Pig, Pig News And Information, 8 (3).

Chwalibog, A.; Jokobsen, K.; Thorbek, G. 1996. The pattern of protein retention In Pigs From 2 To 120 Kg Live Weight, Arch. Anim. Nutr. 49: 181-186.

Claus, R.; Weiler, U., 1993, Endocrine regulation of growth and metabolism In The Pig : A Review, Livestock Production Science, 37 (3): 245-260.

De Greef, K.H.; Verstegen, M.W.A. 1993. Partitioning of protein and lipid deposition In The Body Of Growing Pigs, Livestock Production Science. 35 (4): 317-328.

Möhn, S.; De Lange, C.F.M. 1998. The effect of body weight on the upper limit to protein deposition In A Defined Population of Growing Gilts, J. Anim. Sci. 76: 124-133.

Moughan, P.J. 1991, Towards an improved utilization of dietary amino acids by the growing pig, R.A.A.N.

Quiniou, N.; Noblet, J.; Dourmad, J.Y.; Van Milgen, J. 1999. Influence of energy supply on growth characteristics In Pigs and Consequences For Growth Modelling, Livestock Production Science. 60: 317-328.

Tanksley, T.D.; Baker, D.H.; Lewis, A.J., O. Proteínas y Aminoácidos para Cerdos, Compendio de La Industria Porcina. Servicio de Extensión Cooperativo Universidad de Purdue. West Lafayette. Indiana. PIH-5.

Whittemore, C.T. 1983. Development of recommended energy and protein allowances for growing pigs. Agricultural Systems. 11: 159-186.

Whittemore, C.T. 1994. Causes and consequences of change In The Mature Size of The Domestic Pig, Outlook On Agriculture, 23 (1): 155-59.

Whittemore, C.T.1994. Growth choices In Farm Animals, Biologist, 41(5).

Whittemore, C.T.; Tullis, J.B.; Emmans, G.C.1998. Protein Growth In Pigs. Anim. Prod.46: 437- 445.

Whittemore, C.T. 1995. An approach to prediction of feed intake In Growing Pigs Using Simple Body Measurements, Agricultural Systems. 47: 235-244