

PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN PARA PONEDORAS Y BROILERS

S. Leeson

Dept. of Animal and Poultry Science

University of Guelph, Ontario. Canadá N1G 2W1

1.- INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, la industria avícola se ha orientado hacia una mayor especialización tanto en producción de huevos como de carne. Actualmente se producen pollos broilers para un amplio rango de edades al sacrificio y características diferentes según demandas del procesador. La producción de huevos se orienta hacia la diversificación, con huevos en cáscara vs huevos elaborados. Esta mayor especialización dificulta el uso de programas de alimentación sencillos, y obliga a los nutricionistas a revisar los principios que afectan al desarrollo de programas para satisfacer las necesidades específicas de cada tipo de producción. En este trabajo se pretende describir los principios más importantes de la alimentación de ponedoras y broilers en relación con los objetivos específicos para cada tipo de producción.

2.- PONEDORAS

Las nuevas estirpes genéticas se caracterizan por las altas producciones de huevos y los reducidos consumos de pienso, lo que hace más difícil satisfacer las necesidades en nutrientes de pollitas y ponedoras. Para maximizar la producción de masa de huevo se necesita que las dietas mantengan un equilibrio de nutrientes. Bajo condiciones de estrés por calor, el consumo de energía es normalmente el nutriente limitante para lograr buenos índices de puesta y alcanzar tamaños de huevo óptimos. El consumo de proteína y aminoácidos es obviamente importante, pero incluso con consumos de pienso bajos es bastante fácil mantener un consumo de aminoácidos adecuado. Por el contrario, mantener el consumo de energía es difícil. Este problema está relacionado con el principio de que el consumo de pienso está controlado por las necesidades energéticas. Las aves ajustan su consumo de pienso, con bastante precisión, en respuesta a cambios en el nivel energético de las dietas. Cuando la concentración energética de las dietas aumenta, los animales comen menos y viceversa con dietas de baja concentración energética. Es bastante difícil convencer al ave de que consuma cantidades de energía distintas a sus "necesidades". Dietas de alta densidad energética engañan al ave haciendo que consuma más energía, sin embargo, la respuesta es pequeña y el "sobreconsumo" es bajo en relación con las

necesidades del animal (cuadro 1). Para un amplio rango de concentraciones energéticas de la dieta, el efecto sobre el consumo diario de pienso es pequeño. No obstante, los datos muestran una variación importante en la respuesta a distintas temperaturas ambientales. Las dietas de mayor concentración energética dan mayores consumos de energía a temperaturas ambientales altas. Este trabajo fue realizado hace 30 años. Las ponedoras actuales comen mucho menos pienso, lo que hace aún más importante este aspecto. Hoy en día no podemos basarnos en dietas de alta concentración energética como único medio de aumentar el consumo de pienso, sino que es necesario pensar en distintos aspectos del manejo del pienso y de las condiciones ambientales para estimular el consumo de energía.

Cuadro 1.- Efecto del nivel energético de la dieta sobre el consumo de energía de ponedoras (Adaptado de Payne, 1967).

Em dieta (kcal/kg)	18 °C		30 °C	
	Pienso/día (g)	Energía/día (kcal)	Pienso/día (g)	Energía/día (kcal)
2850	127	363	107	306
3050	118	360	104	320
3250	112	364	102	330
3450	106	365	101	350

2.1.- Período de cría

La pollita de recría también ajusta su consumo de pienso al nivel energético de la dieta. Si este mecanismo fuese perfecto, la densidad energética de los piensos no sería importante y los nutricionistas únicamente tendrían que equilibrar el resto de nutrientes respecto al nivel energético de la dieta. Sin embargo, es bien conocido que este mecanismo falla, sobre todo por las limitaciones físicas al consumo de volumen de alimento.

Recientemente hemos estudiado la respuesta de pollitas de recría al nivel energético de la dieta, bajo temperaturas ambientales moderadas y altas. Los resultados ilustran dos puntos. 1) las pollitas criadas a temperaturas altas son más pequeñas que las criadas en condiciones ambientales moderadas, y este efecto es independiente de la concentración energética de la dieta. 2) Dietas de densidad energética baja (<2750 kcal EM/kg) dan lugar a pollitas de menos peso a las 20 semanas de edad. Todas las dietas de este estudio tenían un 18% de proteína bruta, 0,36% de metionina y un 0,90% de lisina. Como se observa en el cuadro 2, el crecimiento de la pollita de recría está más influenciado por la concentración energética de la dieta que por su contenido en aminoácidos. Forzar al ave a consumir grandes cantidades de proteína tiene sólo un efecto pequeño sobre el crecimiento y el desarrollo. Esto no quiere decir que la proteína y el balance de aminoácidos no sea importante para el ave; de hecho, la velocidad de crecimiento inicial (0-8 semanas) es probablemente más sensible al consumo de proteína que al consumo de energía. Sin embargo, entre las 14-20 semanas de edad el crecimiento se ve más afectado por el consumo de energía. Esto podría estar relacionado con cambios en la composición corporal entre una y otra edad. Se estima que la velocidad de crecimiento de las pollitas es óptima

cuando consumen 21 Mcal de EM y 1200 g de PB de 0 a 20 semanas de edad. A mayor consumo energético, logrado por el medio que fuere, se obtienen pollitas más grandes. Al aumentar el consumo proteico ($> 1,2$ kg), no se logra ningún resultado positivo en cuanto a pesos. Sin embargo, consumos bajos de proteína a las 20 semanas (< 1 kg), dan lugar a pollitas pequeñas y de tarsos cortos.

Cuadro 2.- Respuesta de pollitas de recría Leghorn al nivel energético de la dieta.

	Energía de la dieta ¹ kcal EM/kg)	Peso vivo 20 sem. (kg)	Consumo de energía 0-20 sem. (Mcal)	Consumo de proteína 0-20 sem. (kg)
1. Temperatura moderada (22 °C)	2650	1320 ^c	20,6 ^c	1,40 ^a
	2750	1378 ^{bc}	21,0 ^{bc}	1,37 ^a
	2850	1422 ^{ab}	21,8 ^{ab}	1,37 ^a
	2950	1489 ^a	22,1 ^{ab}	1,35 ^{ab}
	3050	1468 ^a	21,4 ^{abc}	1,26 ^c
	3150	1486 ^a	22,5 ^a	1,29 ^{bc}
2. Ciclos de temperaturas altas (22-32 °C)	2650	1293 ^b	19,0 ^c	1,29 ^a
	2750	1306 ^b	18,8 ^c	1,23 ^{bc}
	2850	1391 ^a	20,1 ^{ab}	1,26 ^{ab}
	2950	1380 ^a	20,2 ^{ab}	1,23 ^{bc}
	3050	1373 ^a	20,5 ^a	1,21 ^c
	3150	1376 ^a	19,6 ^{bc}	1,12 ^d

¹Todas las dietas tenían un 18% de PB.

Con vistas al mercado de futuras ponedoras, las pollitas deben someterse a programas de alimentación que maximizen el consumo de nutrientes. Esta sugerencia es criticada en base a que los costes de la recría aumentan. Sin embargo, en la mayoría de los países, el coste de alimentación de una pollita hasta las 18 semanas equivale a 15-18 huevos. Un aumento del 10% de los costes de alimentación, lo cual es una sobrestimación conservadora, se compensa con 2 huevos extra. Para maximizar el consumo de nutrientes, se deben utilizar dietas concentradas, aunque como se ha señalado, esta medida no siempre asegura un crecimiento óptimo. Niveles altos de proteína (16-18 % PB) y adecuados de metionina (2% PB) y lisina (5% PB), junto con concentraciones energéticas altas (2800-3000 kcal/kg) deben ser utilizados en dietas de aves de recría, especialmente en el caso de pollitas Leghorn, en condiciones ambientales de calor.

Uno de los conceptos más importantes en la alimentación de pollitas de recría, es utilizar dietas en función del peso vivo para cada edad. En los sistemas tradicionales de manejo se suministraba un pienso starter durante 6 semanas, seguido de un pienso de crecimiento y luego por un pienso de desarrollo. Estos esquemas rígidos no tienen en cuenta la variación individual dentro de la granja, y pueden ser muy perjudiciales cuando existan grupos de animales con pesos bajos. En ocasiones, es difícil alcanzar el peso óptimo a una edad determinada, por lo que frecuentemente el peso de las aves está

frecuentemente por debajo del óptimo a las 4-6 semanas de edad. Las razones son muchas. Por ejemplo, alimentación insuficiente, estrés por calor, coccidiosis, excesiva densidad, etc. Lo peor que le puede suceder a estas aves es la introducción arbitraria de un pienso de crecimiento, simplemente por el hecho de que los animales han alcanzado una edad determinada. Hoy día se debe suministrar la dieta starter de alta densidad de nutrientes hasta que el peso objetivo para cada edad se haya alcanzado.

Datos comerciales de una granja de pollitas criadas en un clima muy cálido que habían sufrido un problema de coccidiosis a las 4-5 semanas de edad, muestran como el peso de las aves es inferior al que les correspondería a las 6 semanas. Siguiendo el esquema de manejo tradicional, el cambio a un pienso de crecimiento de baja densidad de nutrientes supondrá un crecimiento inferior al óptimo en esa fase. En este caso, se mantuvo el pienso starter con un 18% de PB hasta las 12 semanas, momento en el cual el peso estaba en el borde superior del gráfico de crecimiento proporcionado por el criador. El suministro de una dieta con un 18% de PB durante 12 vs 6 semanas se verá probablemente compensado con 2 huevos extra. Un ave que alcance la madurez en condiciones ideales producirá muchos más huevos que un ave que llegue a la madurez con un peso insuficiente.

El peso vivo a alcanzar durante la recría varía con el tipo de estirpe utilizada. La mayoría de las aves Leghorn deberían pesar alrededor de 440g, 880 g y 1280 g a las 6, 12 y 18 semanas, respectivamente. Los pesos correspondientes a estirpes de huevos morenos serían 500 g, 1000 g y 1550 g, respectivamente.

Para la alimentación de pollitas de recría hasta alcanzar la madurez, se recomienda el siguiente esquema:

Starter 18-19% PB; 2750-2900 kcal EM/kg

1 día de edad ---- > Peso objetivo para la edad

Crecimiento 15-16% PB; 2750-2900 kcal EM/kg

Peso objetivo para la edad ---- > Peso a la madurez

Por las razones señaladas, no existen recomendaciones en relación con la edad o el peso vivo en que se deben cambiar las dietas. Más que recomendaciones, se impone la necesidad de la flexibilidad en el manejo de la alimentación y el tratamiento de cada grupo de animales como un caso individual. La dieta starter debe utilizarse hasta alcanzar el peso objetivo para la edad. En condiciones óptimas se situará alrededor de los 440 g para pollitas de 6-8 semanas de edad. No obstante, cada granja está sometida a condiciones ambientales diferentes, de modo que esta recomendación puede variar. Los pesos que nosotros indicamos se sitúan en el rango superior de la curva de crecimiento que proporcionan los criadores. Cambiar de pienso a un peso dado con independencia de la edad, o a una edad determinada sin considerar el peso del animal, puede producir lotes de bajo peso y resultados desastrosos en puesta.

Las dietas de crecimiento, con menor densidad de nutrientes, deberían ser suministradas desde que se alcanza el peso objetivo para la edad hasta que se logre el peso a la madurez deseado. Insistimos en que no debemos imponer un peso específico a la madurez, ya que éste puede variar según los deseos de los criadores. Las dietas de prepuesta sólo deben ser utilizadas como medio para acondicionar el metabolismo del calcio de las aves y en ningún caso para iniciar un crecimiento compensatorio del animal. Estimular el crecimiento a esta edad es imposible, y en ese caso, las dietas de prepuesta estarían siendo utilizadas como una "ayuda" para encubrir el mal manejo durante la recría. Para las estirpes Leghorn, el peso y condición corporal óptimos normalmente se consiguen cuando las pollitas consumen 1 kg de proteína equilibrada y 20 Mcal de EM a las 20 semanas de edad.

Un argumento que a menudo escuchamos acerca del peso a la madurez, es que no es un factor tan importante, dado que la pollita experimentará un crecimiento compensatorio antes de poner el primer huevo. Es decir, si la pollita es pequeña tardará unos pocos días más en madurar y luego iniciará la puesta al "mismo peso" que el resto de las aves más pesadas. Esto no sucede en la práctica. Las aves de poco peso a las 18 semanas son pequeñas cuando ponen el primer huevo y permanecen pequeñas durante todo el ciclo de puesta. Con independencia del programa de alimentación durante la puesta, estas pollitas pequeñas producirán huevos pequeños.

2.2.- Ponedoras adultas

La respuesta de las ponedoras a las especificaciones nutricionales de la dieta está influenciada por los programas de recría, dado que el peso a la madurez está altamente correlacionado con el tamaño corporal y el consumo de alimento. Cálculos del flujo de nutrientes en gallinas Leghorn, durante la fase inicial del ciclo de puesta, muestran que las aves se encuentran en un balance energético precario. Con picos de puesta del 92-95%, aumento constante del peso del huevo y pequeños incrementos de la masa corporal, existe un margen muy estrecho entre consumo y necesidades de energía. Un balance negativo da lugar a la movilización de las reservas de grasa y, a la característica caída en la producción de huevos inmediatamente después del pico de puesta. Esta caída de la producción suele coincidir con el pico de máxima producción de masa de huevos. Existen límites superiores en cuanto a la densidad de nutrientes de las dietas bajo condiciones comerciales. En caso de consumos de pienso bajos, habituales en ponedoras jóvenes, puede ser necesario llegar hasta ellos. Por ejemplo, satisfacer las necesidades de nutrientes de aves con consumos de 80-85 g/d cuando se aproximan al pico de puesta es difícil y caro. Como previamente señalamos, estas medidas extremas pueden ser evitadas en parte mediante una buena recría que consiga que las pollitas alcancen un peso óptimo con apetitos adecuados a la madurez. Durante la puesta, el consumo de energía y proteína (aminoácidos) es crítico. La energía es el nutriente más importante para conseguir índices de puesta óptimos, mientras que el consumo de proteína es más importante en cuanto a tamaño del huevo.

Dado que las ponedoras, ajustan su consumo de pienso en función del nivel energético de la dieta, es difícil estudiar un efecto energía-consumo sin restringir la

alimentación. Recientemente realizamos una serie de estudios en los que las aves recibían una de las tres dietas siguientes (2400, 2800 ó 3000 kcal EM/kg) todas ellas con 17% PB, suministradas *ad libitum*, o restringidas a 100, 90 ó 75 g/ave/d.

Al aumentar el consumo de energía, aumenta la producción de huevos, especialmente cuando el consumo de proteína es bajo. Por ejemplo, en este trabajo el índice de puesta subió del 45 al 85% cuando el consumo de energía se elevó de 184 a 312 kcal/d (consumos de proteína de 13,1 g/d). En caso de consumos de energía bajos, se observa una cierta mejora en la puesta al aumentar el consumo de proteína. Un aumento en el consumo de proteína de las aves desde 13,1 a 20,7 g/d, cuando el consumo de energía es alto (312 kcal), tiene un efecto muy limitado sobre la producción. Estos resultados indican que el consumo de energía es el nutriente más crítico para el índice de puesta, y que la respuesta al consumo de proteína es sólo importante cuando el consumo de energía es limitante. Como en el caso de las pollitas de recría, no pretendemos sugerir que la proteína pueda ser olvidada - nada más lejos de nuestra intención. Cuando se considera el tamaño del huevo, el consumo de proteína (presumiblemente de metionina) es crítico. En el trabajo antes citado, se observan aumentos en el tamaño del huevo cuando el consumo de proteína aumenta desde 13,1 a 20,7 g/ave/d, independientemente del consumo de energía. Incluso para un ave cuyo consumo de energía es insuficiente (184 kcal EM/d), existe una respuesta típica a los niveles de proteína en términos de tamaño del huevo, a pesar de que la producción de huevos no se vea mejorada. El consumo de energía no afecta al tamaño del huevo. De hecho con consumos de proteína bajos, un aumento en el consumo energético puede dar lugar a huevos de menor tamaño. Si se considera la producción diaria de masa de huevo (producción de huevos x tamaño del huevo), el efecto del número de huevos parece dominar. Por tanto, la masa de huevos está aparentemente más afectada por el consumo de energía que por el consumo de proteína.

2.3.- Consideraciones especiales en situaciones de estrés por calor

El factor más importante en situaciones de estrés por calor es la disponibilidad de energía para la producción de huevos. Optimizar la energía disponible se puede conseguir de diversas formas:

- (a) aumentando la concentración energética de la dieta.
- (b) estimulando el consumo de pienso.
- (c) permitiendo la movilización de las reservas corporales.

a) Aumentar el nivel energético de la dieta estimula el consumo de energía, pero no puede ser la única vía para corregir un balance energético inadecuado. Para elevar la concentración energética de la dieta se debe utilizar grasa. Las grasas aumentan la palatabilidad del pienso y reducen la cantidad de "calor corporal" producido durante su digestión.

b) Se pueden utilizar varios métodos para estimular el consumo de alimento. Aumentar la frecuencia de distribución del pienso y suministrar el pienso a las horas más

frescas del día normalmente favorecen el consumo. Bajo condiciones ambientales extremas, puede ser necesario la llamada alimentación a medianoche, cuando el ambiente es más fresco y las aves están más inclinadas a comer. Cuando las condiciones ambientales son extremas, puede ser beneficioso formular dietas más palatables. Prácticas tales como añadir melazas, aceites vegetales, o incluso agua, directamente en el pienso de los comederos favorecen el consumo. Cuando se incluye grasa en el pienso o se añade en los comederos, como acabamos de describir, debe vigilarse que no llegue a enranciarse. Para ello deben añadirse antioxidantes, tales como el ethoxyquin, y evitar que el pienso se quede apelmazado en los depósitos, cintas transportadoras o comederos. El pienso fresco es crítico en estas condiciones.

c) Un buen programa de alimentación durante la recría es esencial para optimizar los beneficios económicos durante la fase de puesta. Este aspecto es especialmente importante en condiciones ambientales de calor, ya que el ave puede utilizar sus reservas corporales para satisfacer parte de la energía requerida para mantener la producción de huevos. En general, cuanto mayor es el tamaño corporal a la madurez, mayor es el peso del ave durante la fase de puesta y, por tanto, mayores son sus reservas corporales.

No pretendemos sugerir que sean deseables pollitas extremadamente gruesas, pero es evidente que aves con un peso óptimo y unas reservas de grasa razonables soportarán mejor las situaciones de estrés por calor. En estas condiciones, las pollitas que dispongan de menos energía de la necesaria para mantener la producción, no tendrán otro recurso que reducir la producción de masa de huevo en términos de peso y/o número de huevos.

En programas de alimentación para ponedoras mantenidas en climas cálidos deben considerarse los siguientes factores:

1. Nunca introducir pollitas con un peso insuficiente en la nave de puesta. Estas pollitas siempre serán pequeñas, y no tendrán reservas suficientes para mantener índice de puesta óptimos.
2. Aumentar la concentración energética de la dieta (2850 kcal EM/kg mínimo) mediante la utilización de grasas. Limitar el uso de ingredientes fibrosos si es posible.
3. Reducir el nivel de proteína (17% PB máximo) manteniendo los consumos diarios de metionina (370 mg) y lisina (700 mg).
4. Aumentar el corrector vitamínico-mineral en función del cambio previsto en el consumo de pienso. Mantener el consumo diario de calcio (3,5 g) y de fósforo disponible (400 mg).
5. Si la calidad de la cáscara es un problema, considerar la incorporación de bicarbonato sódico. Reemplazar un 30% de sal por un 30% de bicarbonato sódico es factible. Vigilar una posible deficiencia en cloro.

6. Suplementar con vitamina C (250 g/Tm) en situaciones de estrés por calor. Eliminar de la dieta en condiciones normales.
7. Alimentar más veces al día y durante las horas más frescas. Mover carro o cadenas.
8. Mantener el agua de bebida tan fresca como sea posible.

3.- POLLOS BROILER

La velocidad de crecimiento de los broilers continúa aumentando. El peso de mercado se alcanza 0,75 d antes cada año. Esto se ha conseguido en parte por un mejor conocimiento de las necesidades y porque más nutrientes se dirigen hacia crecimiento y menos hacia conservación. Sin embargo, estas velocidades de crecimiento más altas llevan otros problemas asociados. Actualmente se considera que la máxima velocidad de crecimiento del broiler no es siempre la más rentable. Por ejemplo, la mayoría de los problemas de patas y de mortalidad debidos al síndrome de la muerte súbita y ascitis están relacionados directamente con la velocidad de crecimiento. Programas de alimentación dirigidos a ralentizar el crecimiento pueden ser beneficiosos en términos de kg de peso vivo comercializados por metro cuadrado de nave. Otro área de interés actual en la nutrición del broiler es el efecto de la dieta sobre la composición de la canal y la producción de carne. Dado que el número de canales que son deshuesadas y posteriormente procesadas de una forma determinada sigue aumentando, es evidente que deben desarrollarse programas de alimentación que permitan aumentar la rentabilidad. En el pasado los trabajos de investigación se centraban en los cambios nutricionales para reducir el contenido en grasa de la canal. Recientemente el énfasis ha cambiado hacia maximizar la producción de carne, especialmente de pechuga. A continuación se revisarán los aspectos más novedosos actualmente en el desarrollo de programas alimenticios para pollos broiler.

3.1.- Producción de carne/Composición de la canal

Aunque los genetistas intentan modificar la proporción de carne y grasa de la canal, se sabe que tales cambios serán bastante pequeños y que necesitarán de muchas generaciones para ser comercialmente cuantificables. Por el contrario, la composición de la canal puede modificarse con parámetros tales como la edad del ave, el sexo, las condiciones ambientales y por cambios en la dieta. Con la edad, las aves depositan más grasa en la canal. Esto está relacionado con la madurez y ocurre en la mayoría de los animales. Con aves de carne de 30 días de edad (picantón), el problema es conseguir reservas suficientes de grasa corporal. Con broilers de 70 días, son inevitables los depósitos de grasa excesivos. La grasa abdominal en un ave de 28 días representa alrededor del 1,5% del peso vivo eviscerado. A los 70 días de edad, esta proporción aumenta por encima del 3 % del peso de la canal. Afortunadamente para el consumidor, esta grasa puede ser apartada previo a venta. Sin embargo, ese 3% de grasa abdominal

representa una pérdida directa para el procesador y aumenta significativamente el consumo de energía del ave durante el crecimiento.

Las hembras son más grasas que los machos, ya que las hormonas femeninas estimulan la deposición de grasa. Desde un punto de vista práctico, esta diferencia obliga a imponer un límite superior a la edad de sacrificio de las hembras. A más días (+40 d) depositan más y más grasa. Los índices de conversión empeoran, ya que se necesita casi el doble de pienso para depositar un gramo de grasa vs un gramo de carne. Las condiciones ambientales también influyen en la composición de la canal en términos de cantidad de grasa depositada. Si el ambiente es cálido, las aves tienden a ser más grasas. Investigaciones recientes indican que por cada aumento de 10 °C en la temperatura ambiental, la grasa de la canal aumenta alrededor de un 2%. Por el contrario, en un ambiente fresco las canales producidas serán más magras. No obstante, dado que este grado de manipulación ambiental tiene un efecto importante sobre otros factores, como el crecimiento y el índice de conversión, no es práctico pensar que podamos influir por esta vía. La composición de la canal puede ser alterada mediante las dietas y su manejo. Los principales factores nutricionales a considerar son el perfil de nutrientes de la dieta, especialmente la relación proteína:energía, el manejo del pienso y, en algunas ocasiones, la elección de ingredientes.

Cuando se estudia el efecto de los niveles de energía o proteína sobre la composición de la canal es muy importante considerar las unidades de medida. A menudo se discute el efecto de la dieta sobre cambios porcentuales de la composición de la canal, y en algunas ocasiones el porcentaje de un componente cambia simplemente porque ha existido un cambio proporcional de otro componente. Esta situación se muestra claramente en los cuadros 3 y 4.

Cuadro 3.- Cambios proporcionales y absolutos en los componentes de la canal en respuesta al nivel energético de la dieta.

Energía de la dieta (kcal/kg) ¹	Grasa de la canal		Proteína de la canal	
	Gramos	Porcentaje	Gramos	Porcentaje
2600	161 ^a	37,5 ^a	221	51,9 ^c
2800	178 ^b	39,3 ^b	225	50,0 ^d
3000	208 ^c	42,4 ^c	229	47,1 ^c
3200	211 ^c	42,6 ^c	230	46,9 ^c
3400	239 ^d	45,6 ^d	229	44,7 ^b
3600	258 ^c	47,9 ^e	229	42,9 ^a

¹Para un nivel constante de proteína.

Cuadro 4.- Cambios proporcionales y absolutos en los componentes de la canal en respuesta al nivel de proteína de la dieta.

Proteína de la dieta (%) ¹	Grasa de la canal		Proteína de la canal	
	Gramos	Porcentaje	Gramos	Porcentaje
16	252 ^d	50,0 ^d	202 ^a	40,7 ^a
20	237 ^c	46,2 ^c	227 ^b	44,9 ^b
24	210 ^b	42,4 ^b	233 ^b	47,7 ^c
28	189 ^a	39,4 ^a	233 ^b	49,2 ^{cd}
32	185 ^a	39,2 ^a	233 ^b	50,3 ^d
36	179 ^a	38,8 ^a	234 ^b	50,7 ^d

¹Para un nivel constante de energía.

En este trabajo, para un amplio rango de niveles energéticos se observa la clásica respuesta de un aumento en el porcentaje de grasa de la canal y una disminución en el porcentaje de proteína. Sin embargo, la cantidad de grasa sólo cambia desde 161 a 258 g cuando el nivel energético de la dieta aumenta, sin observarse ningún cambio en los gramos de proteína de la canal. Por tanto, las canales más magras que se consiguen con dietas de baja densidad energética se deben a la reducción de la grasa, más que al aumento en la deposición de carne. Un cambio en los niveles de proteína de la dieta tiene el mismo efecto (cuadro 4).

Excepto para niveles de proteína muy bajos (16%, cuadro 4), la concentración proteica de la dieta no tiene efecto sobre la cantidad de proteína depositada en la canal. Los cambios porcentuales de proteína de la canal se deben a que se depositan menos gramos de grasa cuando el nivel de proteína de la dieta aumenta. Por tanto, producir canales "más magras" con dietas de alta concentración en proteína es una consecuencia de ser menos grasas, más que de ser más proteicas.

En los últimos años, los trabajos de investigación sobre composición de la canal de broilers se han centrado en la producción de carne de pechuga. Especialmente se ha estudiado la respuesta a aminoácidos específicos, tal como la lisina. Considerando que la mayoría de los músculos de la canal tienen la misma composición en aminoácidos (cuadro 5), es difícil de entender, desde un punto de vista biológico o bioquímico, como el aumento del consumo de un aminoácido específico, como la lisina, puede afectar más al desarrollo de un determinado músculo que de otro.

Cuadro 5.- Perfil aminoacídico del músculo de broilers (g/100 g PB) (adaptado del USDA, 1979)

	Pechuga	Muslo	Ala
Lisina	8,5	8,5	8,5
Metionina	2,8	2,8	2,8
Triptófano	1,2	1,2	1,2

Sin embargo, existen numerosos trabajos que indican que el nivel de lisina no sólo influye en la cantidad de carne pechuga, sino también en la carne de pechuga como proporción de la canal, lo que sugiere que existe un aumento real del desarrollo de la pechuga y que la lisina no sólo influye aumentando la velocidad de crecimiento.

En muchos ensayos, sin embargo, cuando la producción de pechuga fue más alta, las necesidades de lisina para conseguir máximas producciones de pechuga fueron similares a las requeridas para máximas velocidades de crecimiento. Otros estudios con metionina más cistina muestran los mismos resultados.

3.2.- Alimentación restringida/Crecimiento compensatorio

Un área actualmente de interés en el manejo de broilers, es el uso de un período llamado de "subnutrición", que pretende inducir un crecimiento compensatorio más adelante. Hasta hace poco no se pensaba que un broiler, con un ciclo de vida tan corto, pudiera tener tiempo suficiente para compensar un período de restricción de nutrientes. Esta posibilidad tiene la ventaja potencial de mejorar la eficacia alimenticia y reducir la incidencia de problemas metabólicos como el SDS. Si la restricción de nutrientes mejora la eficacia alimenticia, el modo más probable de acción es vía reducción de los costes para mantenimiento.

En condiciones prácticas es imposible pensar que las aves crezcan a una velocidad constante, ya que siempre existe un mínimo de estrés que da lugar a períodos de crecimientos altos o bajos. Para alcanzar el mismo peso final a una edad determinada, las curvas de crecimiento de las aves pueden seguir dos trayectorias (A y C) bastante distintas. Las aves de la línea A tienen un crecimiento inicial más rápido, que a continuación, disminuye hasta aproximarse al peso de mercado. Las aves de la línea C comienzan con una velocidad de crecimiento más lenta, seguida de una aceleración hasta alcanzar el peso de mercado. Las aves C mostrarán mejores índices de conversión, dado que sus necesidades de mantenimiento serán menores. La razón de esta disminución de las necesidades para mantenimiento es, que para una edad determinada, las aves tienen menos masa corporal que mantener y por tanto sus necesidades para este fin serán menores. Las aves más pequeñas tienen unas necesidades de mantenimiento proporcionalmente más altas, pero si C es lo suficientemente diferente de A, las cantidades absolutas de nutrientes destinados a mantenimiento serán menores. La reducción de las necesidades para mantenimiento, mientras se alcanza el peso deseado, debe dar lugar a que más alimento se

destine a crecimiento, y por tanto a mejorar la eficacia alimenticia. Esta teoría asume que la composición de la canal no cambia, punto que será discutido más adelante en detalle.

La curva de crecimiento más eficiente es la descrita por la línea C ya que efectivamente saca partido del crecimiento compensatorio. Además de las ventajas de unos costes de mantenimiento más bajos, estas aves muestran una eficacia ligeramente superior para convertir el pienso en tejido corporal durante el período de compensación. Hasta hace poco, se pensaba que el pollo broiler no tenía tiempo de vida suficiente para obtener los beneficios del crecimiento compensatorio, ya que ésto suponía un período inicial de crecimiento lento o reducido. Sin embargo, resultados recientes indican que los broilers son capaces de mostrar compensación, incluso con ciclos de crecimiento de 6 semanas. Si bien la restricción física del pienso es la forma más fácil de imponer un período de subnutrición, su aplicación presenta problemas prácticos. El espacio de los comederos y la disponibilidad deben ser aumentados y existe cierta preocupación acerca del consumo mínimo de otros nutrientes esenciales y aditivos. Con la restricción física, debe vigilarse el uso de anticoccidiostatos y de sus niveles de inclusión en relación con el grado de restricción.

Al principio de la utilización de las técnicas experimentales de crecimiento compensatorio, se estableció que el crecimiento "per se" era el parámetro clave. Al considerar la calidad de la canal, las restricciones cualitativas de pienso pueden no ser tan beneficiosas. Si se reducen los niveles de proteína/aminoácidos de las dietas o se suministra menos cantidad de pienso starter, en realidad se está aumentando la relación energía:proteína consumida por el ave, p.e. más pienso de alta concentración energética es consumido, asumiendo que las dietas de crecimiento y acabado tienen niveles de energía superiores a las dietas starter. Cuando la relación energía:proteína aumenta se acumula más grasa en la canal. De hecho, esto es lo que se observa en la práctica. Cuando se utilizan dietas starter con bajos niveles de proteína/aminoácidos para machos se observa hasta un 30% más de grasa abdominal. Cuando se suministran menores cantidades de pienso starter, la capa de grasa abdominal aumenta, en algunos casos hasta un 0,5 % del peso de la canal. Existen también indicaciones de ligeras disminuciones en la producción de carne de pechuga utilizando restricciones cualitativas de pienso.

Para conseguir las ventajas potenciales del crecimiento compensatorio, al tiempo que se mantiene la calidad de la canal, se debe mantener un consumo correcto de aminoácidos y energía. Esto es más sencillo mediante la restricción física del pienso, o la dilución de las dietas convencionales. La dilución de dietas de iniciación para controlar la deposición de grasa es de gran interés, ya que se piensa que el número de células grasas aumenta más rápidamente en las aves jóvenes. Controlar el crecimiento de las células grasas a esta edad puede imponer un límite superior al engrasamiento posterior del ave. La mejora del índice de conversión con la aplicación de estos sistemas está relacionada con la producción de aves más magras. Estas restricciones cualitativas de pienso no implican un crecimiento compensatorio, en el sentido estricto de la palabra.

En un estudio reciente, pollos broiler recibieron dietas starter convencionales hasta los 4 días de edad, y luego la misma dieta diluida hasta el 55% con cascarilla de arroz, de 4 a 11 días de edad. A partir de este momento se volvió a suministrar la dieta starter, seguida de la dieta de crecimiento y acabado convencionales. El cuadro 6 muestra la gran habilidad de los pollos para compensar esta reducción drástica en el consumo de nutrientes entre los 4-11 días de edad.

Cuadro 6.- Efecto de la dilución de la dieta con cascarilla de arroz entre los 4-11 días de edad, sobre los rendimientos de pollos broiler machos.

Dilución de la dieta, %	Peso (g)					Indice de conversión		Indice de conversión ajustado a 0-42 d
	4 d	11 d	21 d	35 d	42 d	4-11 d	0-42 d	
0	101	276 ^a	720 ^a	1673 ^a	2149	1,33 ^d	1,73	1,73
25	100	260 ^a	696 ^a	1668 ^a	2159	1,71 ^c	1,71	1,68
40	98	240 ^c	659 ^b	1612 ^a	2093	2,18 ^b	1,74	1,68
55	98	219 ^d	604 ^c	1532 ^b	2029	2,75 ^a	1,72	1,63
	NS	**	**		NS	**	NS	

La compensación tarda más, cuanto mayor haya sido el nivel de restricción impuesto, si bien es completa a los 42 días y se alcanza sin pérdida de eficacia alimenticia. Si se asume que estas aves no obtienen ningún nutriente de la cascarilla de arroz, y que su consumo puede ser ignorado, los índices de conversión "ajustados" mejoran con las dietas diluidas (última columna, cuadro 6). Esta mejora está probablemente relacionada con mayores velocidades de crecimiento inducidas por la restricción y/o con que las aves utilizan los nutrientes de forma más eficaz durante el período de compensación. Aunque las diferencias no fueron significativas, también se observó que estas aves depositaban menos grasa, factor que contribuiría a mejorar la eficacia alimenticia.

3.3.- Retirada de ciertos nutrientes en el período de acabado

Una proporción significativa de los costes de alimentación en pollos broilers corresponde a las dietas consumidas en los últimos 10-14 días de cebo. Es de interés reducir estos costes mediante la disminución o eliminación de ciertos nutrientes de las dietas de acabado. La mayoría de los trabajos han retirado los minerales y vitaminas, aunque también es posible reducir el consumo de energía en ese período. Dado que el mercado demanda menos grasa en la canal, dietas con bajos niveles de energía en el período de acabado favorecerían que las aves utilizasen esos depósitos de grasa como fuente de energía. Para probar esta hipótesis, pollos broilers fueron alimentados con dietas de acabado convencionales o diluidas hasta un 50% con cascarilla de arroz. Estas dietas proporcionaban densidades de nutrientes distintas, y asumiendo que los pollos de líneas modernas consumen a niveles próximos a su capacidad física, deberían dar lugar a una disminución del consumo de nutrientes. Las dietas se suministraron desde los 35 a 49 días de edad, y se analizó la velocidad de crecimiento y las características de la canal.

Incluso con dietas con un 9% de PB y 1600 kcal/kg, la velocidad de crecimiento resultó poco afectada, y no hubo una reducción significativa del peso de la pechuga. Los broilers mostraban una gran capacidad de adaptación al consumo de pienso (cuadro 7), aunque el consumo de energía no se mantuviese constante. A medida que disminuía el consumo de energía, las canales eran menos grasas, pero las diferencias fueron menos importantes de lo que se esperaba. Obviamente, con las dietas convencionales los broilers no consumían cantidades de pienso próximas a su capacidad física. Su gran capacidad para aumentar el consumo, (hasta el doble de los niveles normales), indicaba que se podían obtener escasas ventajas por utilizar dietas de baja densidad energética para influir en la composición de la canal y/o en los resultados económicos de producción. En este mismo trabajo se observó un 50% de reducción en la grasa abdominal para las dietas con un 50% de dilución suministradas entre los 35-49 días de edad. Esta severa limitación del consumo tuvo efectos muy negativos sobre el crecimiento y el índice de conversión.

Otro área de interés en relación con la nutrición de broilers en el período de acabado, es la eliminación o reducción de los niveles de vitaminas y minerales. Skinner et al. (1992a) observaron que el carbonato cálcico y el fósforo bicálcico podían ser retirados de las dietas de acabado (42-49 d) sin afectar al crecimiento medio o al consumo de pienso (cuadro 8).

Cuadro 7.- Respuesta de los broilers a la dilución de las dietas de acabado (35-49 d).

	Peso vivo a los 49 d (g)	Consumo de pienso 35-49 d (g)	Consumo de energía 35-48 d (g)	Peso pechuga (g)
1. 18% PB, 3200 kcal/kg	3050	2700	8690	323
2. 16% PB, 2890 kcal/kg	3002	2900	8400	326
3. 14% PB, 2570 kcal/kg	2940	3100	7950	330
4. 13% PB, 2250 kcal/kg	2980	3500	7830	328
5. 11% PB, 1930 kcal/kg	2960	3900	7560	322
6. 9% PB, 1600 kcal/kg	2960	4600	7430	318
	NS	**	**	NS

Cuadro 8.- Efecto de la eliminación de minerales de las dietas de acabado de broilers (42-49 d) (adaptado de Skinner et al., 1992a).

Bicarbonato cálcico	Fosfato bicálcico	Ganancia de peso (g)	Consumo (g)	Mortalidad (%)	Resistencia de la tibia (kg)
+	+	509	1203	0,51	58,7 ^a
-	+	492	1229	0,83	51,2 ^b
+	-	463	1186	0,49	58,2 ^a
-	-	478	1215	0,18	41,6 ^c
		NS	NS	NS	**

Sin embargo, la resistencia de la tibia disminuyó al eliminar el carbonato cálcico de la dieta. Esto sugiere que las aves son más sensibles al balance Ca:P que a los niveles absolutos de Ca y P *per se*. La resistencia ósea no se redujo cuando se eliminó sólo el fosfato bicálcico. Con esta dieta, a pesar de que los niveles de calcio y fósforo eran bajos (0,39 y 0,12%, respectivamente), el crecimiento fue normal ya que se mantenía un equilibrio razonable entre dichos minerales. Los autores concluyen que se puede conseguir un beneficio económico importante reduciendo los niveles de calcio y fósforo en la última semana de crecimiento de los broilers.

En un trabajo similar, Skinner et al. (1992b) estudiaron la respuesta de broilers a dietas de acabado sin suplemento vitamínico ó micromineral (cuadro 9).

El efecto sobre el crecimiento fue escaso, y aunque se detectaron más problemas de patas con la eliminación de vitaminas y microminerales, las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Si bien puede ser económicamente rentable la eliminación del corrector de las dietas de acabado en los últimos 7 días del período de crecimiento, Skinner et al. (1992b) concluyen que en situaciones de estrés por calor o problemas por micotoxinas, se debería mantener la suplementación completa (cuadro 10).

Cuadro 9.- Efecto de la eliminación de vitaminas y microminerales de las dietas de broilers machos (adaptado de Skinner et al., 1992b).

Tiempo de retirada de vitaminas-minerales	Ganancia de peso (g)			Puntuación TD	% Problemas de patas
42-49 d	455	-	-	1,8	11,6
35-49 d	-	959	-	1,6	11,4
28-49 d	-	-	1460	1,7	12,7
Control	460	987	1417	1,4	10,9

Cuadro 10.- Retirada de vitaminas y microminerales en dietas de broilers sometidos a estrés por calor (ciclos de 24-35 °C) (adaptado de Teeter, 1994).

	Ganancia de peso (21-47 d)	Indice de conversión	Mortalidad (%)
Control	1280 ^a	2,7 ^a	9,6
Retirada minerales-vitaminas	1240 ^b	2,9 ^b	13,2

4.- REFERENCIAS

- PLAVNIK, I. Y HURWITZ, S. (1985) *Poultry Sci.* 64, 348-355.
- PLAVNIK, I. Y HURWITZ, S. (1988) *Poultry Sci.* 67, 384-390.
- SKINNER, J.T., IZAT, A.L. Y WALDROUP, P.W. (1992a) *J. Appl. Poult. Res.* 1, 42-47.
- SKINNER, J.T., WALDROUP, A.L. Y WALDROUP, P.W. (1992b) *J. Appl. Poult. Res.* 1, 42-47.
- TEETER, R.G. (1995) *Broiler Nutrition Strategy: Considerations involving vitamin fortification*. Proc. BASF Tech. Symp. Indianapolis, 25 de Mayo, 1995.