

# Utilización metabólica de una dieta ajustada a la fase de crecimiento del pollo de perdiz roja (*Alectoris rufa*)

M. LACHICA\*, R. NIETO y J.F. AGUILERA

Departamento de Nutrición Animal, Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Camino del Jueves s/n,  
18100 Armilla, Granada, España

\*e-mail: [manuel.lachica@eez.csic.es](mailto:manuel.lachica@eez.csic.es)

---

## RESUMEN

Veinticuatro pollos de perdiz (perdigones) roja de una semana de edad se alojaron por pares en jaulas metabólicas. Se les ofreció una dieta de perfil comercial *ad libitum* (PB: 280 g/Kg; EM: 12,0 Mj/Kg). El periodo experimental de alimentación, balance y sacrificio comenzó con tres semanas de edad (70 g PV medio) y se extendió durante cuatro semanas, con un sacrificio inicial de 4 pollos al azar. Se registró el consumo de pienso y el PV semanalmente. Durante la tercera semana, se procedió a la recogida total de excretas para determinar la metabolibilidad de la energía y el balance de nitrógeno. Finalizada esta fase, se formaron dos lotes de 10 animales, que permanecieron alojados por parejas en sus correspondientes jaulas metabólicas, con alimentación *ad libitum*.

Cada lote se trasladó a una cámara de respirometría para medir la producción de calor (PC) durante 24 h. Finalizada esta fase y al término de la cuarta semana experimental se sacrificó un animal (210 g PV medio) de cada par y se conservó a -20 °C hasta su análisis físico-químico. Por diferencia con el lote de sacrificio inicial se estableció la partición de la energía retenida (ER) como proteína y grasa. El grupo de 10 animales supervivientes, se sometió a una alimentación restringida de energía próxima a un valor de mantenimiento teórico, aunque superior a éste. Tras tres días de tratamiento, divididos en dos lotes de 5 animales, se determinó su PC durante 24 h en cámara de respirometría. Los animales permanecieron en las cámaras y, finalmente, tras doce horas de ayuno se determinó su PC (24 h).

El valor medio de metabolibilidad de la energía fue 0,66. El contenido en EM de la dieta fue de 13,1 Mj/Kg ss. El índice de conversión (IC) medio se situó entre 2,55 y 4,48 para las semanas de vida 4-5 y 6-7, respectivamente, empeorando significativamente ( $P < 0,05$ ) en este último periodo. El valor medio de ER fue 32,9 KJ/día, de la cual 24,0 y 8,9 correspondió a proteína y grasa, respectivamente. Dado que la IEM media alcanzó el valor de 177,5 KJ/día, la PC resultó ser 10,8 W/Kg PV, con una eficiencia bruta de utilización de la EM de 18,5%. Las eficiencias de utilización de la EM para el mantenimiento ( $k_m$ ) y el crecimiento ( $k_g$ ) fueron 77 y 61 %, respectivamente. La comparación con los escasos datos que ofrece la bibliografía apunta a menores ritmos de crecimiento e índices de conversión. Todo esto nos ofrece indicios de que las necesidades de proteína y energía de nuestra perdiz autóctona difieren de las de otras especies, siendo probablemente menores para el crecimiento y el mantenimiento, lo que sugiere la conveniencia de reajustar la formulación de la dieta.

---

**Palabras clave:** perdiz; metabolismo; energía; proteína

## **Metabolic use of a diet adapted to the growth stage of red-legged partridge chickens (*Alectoris rufa*)**

### **SUMMARY**

Twenty four red-legged partridge chicks, one week old, were housed by pairs in metabolic cages. They were offered *ad libitum* a commercial starter diet for partridge chicks (CP: 280 g/kg; ME: 12.0 MJ/kg). The experimental period (feeding, balance and slaughter trials) started when the chicks were three weeks old (70 g average BW) and extended for four weeks. Two pairs of chicks at random were slaughtered for initial body composition determination. Feed consumption and BW were recorded weekly. During the third experimental week, a total collection of excreta was made to determine energy metabolizability and N balance.

At the end of this period, two groups of 10 chicks were made, kept by pairs and fed *ad libitum*. Heat production (HP) was determined for 24 hours in respirometry chambers. When this period was finalized, at the end of fourth week, one chick per pair was slaughtered (210 g average BW) for determining the final body composition. Total energy retention (ER), as protein and fat, was calculated by difference with the initial slaughtered group. The HP of the 10 surviving chicks, allocated in two groups of 5, was determined as mentioned above, under restricted feed consumption (MEI close and above maintenance) and on fasting (with a previous fasting period of 12 hours).

The average metabolizability value was 0.66. The ME of the diet was 13.1 MJ/kg DM. The average feed conversion ratio (FCR) ranged from 2.55 to 4.48 for 4-5 and 6-7 weeks, respectively, getting significantly worse ( $P < 0.05$ ) in the last one. The average ER was of 32.9 kJ/day, corresponding to 24.0 and 8.9 as protein and fat, respectively. Since the average MEI was of 177.5 kJ/day, the calculated HP was 10.8 W/kg BW, implying a gross efficiency for ME utilization of 18.5%. The efficiencies of utilization of ME for growth ( $k_g$ ) and maintenance ( $k_m$ ) were 61 and 77%, respectively. The results point out to a lower growth rate and greater FCR than other partridge chicks, suggesting a comparatively lower protein and energy requirements of our partridge with respect to no indigenous species. Adjustments in dietary protein/energy ratio should be addressed.

**Key words:** partridge; metabolism; energy; protein

### **INTRODUCCIÓN**

La importancia ecológica y cinegética de la perdiz roja (*Alectoris rufa*) en España es enorme, siendo la especie cinegética favorita de los cazadores. Según el Anuario de Estadística del MAPA en el año 2003 se cobraron 3.062.395 perdices con un valor imputable a las piezas de 6,39 euros/pieza, al que adicionar el correspondiente a ingresos percibidos por la utilización cinegética de las tierras. La evolución histórica del manejo cinegético de la perdiz roja en España ha sido espectacular. En la mencionada estadística del MAPA (2003) el número de licencias de caza ascendía a 1.157.969. Estimaciones de Lucio (1998) sobre el número total de parejas reproductoras de perdiz roja en libertad en España sitúan éste entre 1,8 y 3,6 millones. Una simple división nos puede dar una clara idea de la situación. En la actualidad, la única manera, no ya de incrementar sino de mantener el censo, es la cría en cautividad, si bien, esta práctica puede ocultar algunos peligros para la conservación de ciertas características naturales de las especies o de las poblaciones (Carranza y col., 2003).

La situación queda perfectamente descrita por el título del trabajo publicado por Carranza y col. (2003): "*Game species: extinction hidden by census numbers*". Actualmente la especie es criada intensivamente en granjas cinegéticas. Más de 4 millones de individuos se liberan anualmente para repoblar zonas con baja densidad de ejemplares o en las que ya ha desaparecido (Rodríguez y col., 2006).

Hay que señalar el hecho de que en España está prohibida la suelta tanto de especies que puedan hibridar con la perdiz roja como de cualquiera de sus híbridos (BOE nº 224, 19/9/1989, Real Decreto 1118/189; Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). La mayoría de los trabajos sobre parámetros productivos o necesidades de energía y proteína de la perdiz han sido realizados en otras especies, principalmente *Alectoris chukar* (Özek y col., 2003; Özek, 2004, 2006; Özek y Bahtiyarca, 2004; Pis, 2003) y también *Perdix perdix* (Putuala y col., 1995; Liukkonen-Antilla y col., 1999). La información generada ha sido posteriormente extrapolada a la perdiz roja, sin que existan razones que avalen tal extrapolación.

Parece pues paradójico que los estudios sobre la nutrición equilibrada en la perdiz roja sean escasos o inexistentes y desconocemos la existencia de algún trabajo publicado en revista científica sobre sus requerimientos en energía, aminoácidos y proteína en sus distintas fases de cría y desarrollo. Se estima que el grado de supervivencia de la perdiz roja que se suelta para repoblación es en la actualidad sólo del 5-10% tras un año. Abordar la cría de la perdiz roja con el objetivo general de optimizar su producción en cautividad y favorecer su desarrollo muscular durante el crecimiento, acentuará sus caracteres de capacidad de vuelo y vigor para la caza o su capacidad de supervivencia tras la suelta para la repoblación.

El objetivo de este trabajo fue establecer el uso metabólico de una dieta comercial específica para pollos de perdiz en crecimiento, mediante la obtención de los índices de conversión, la eficiencia de utilización de la energía de la dieta y la partición de la energía retenida.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### **Animales**

Veinticuatro pollos de perdiz roja de una semana de edad, donados por la Junta de Castilla-La Mancha (Granja Cinegética de Chinchilla; Albacete), se alojaron por pares en jaulas metabólicas de 600 cm<sup>2</sup> de superficie. Las jaulas se encontraban en un laboratorio termorregulado con equipamiento suficiente para establecer un programa de variación de la temperatura que se inicia con 35±1 °C, desciende a 28±1 a las cuatro semanas de vida y se sitúa en 23±1 a las siete semanas de vida. Los animales permanecieron en todo momento en la zona de termoneutralidad y con libre acceso a agua.

### **Dieta**

Se les ofreció una dieta de perfil comercial *ad libitum*, formulada a base de cereales y torta de soja y con contenidos estimados en proteína bruta y energía metabolizable (EM) de 280 g/Kg y 12,0 Mj/Kg, respectivamente.

### **Procedimiento experimental**

Se llevó a cabo un experimento de alimentación, balance y sacrificio, siguiendo la metodología descrita en anteriores trabajos de nuestro grupo (Aguilera y col., 1989; Nieto y col., 1995). A las tres semanas de vida (69,8±2,4 g PV medio) comenzó el experimento con el sacrificio de 4 pollos al azar (66,7±7,2 g PV medio) que constituyeron un grupo inicial de referencia, y se conservaron a -20 °C hasta proceder a su análisis físico-químico. Durante tres semanas se ofreció a los 20 pollos restantes la dieta experimental *ad libitum* y se registró semanalmente el consumo de alimento y el peso vivo.

Durante cinco días de la tercera semana experimental se procedió a la recogida total de excretas, para determinar la digestibilidad de nutrientes, la metabolicidad de la energía, el valor de EM de la dieta y el balance de nitrógeno.

Finalizada esta fase se formaron dos lotes de 10 animales, que permanecieron alojados por pares en sus correspondientes jaulas metabólicas, con alimentación *ad libitum*. Cada lote se trasladó a una cámara de respirometría y tras 24 horas de adaptación, se midió la producción de calor (PC) de los perdigones durante 24 horas, mediante la cuantificación del consumo de O<sub>2</sub> y la producción de CO<sub>2</sub> (Lachica y col., 1995). Conocida la PC y la ingesta de EM (IEM), obtuvimos por diferencia la retención energética total (RE) en el organismo animal.

Al término de la cuarta semana de experimento se sacrificó un animal de cada par, conservándose a -20 °C hasta proceder a su análisis físico-químico. El sacrificio comparado permitió relacionar la retención de proteína y de energía (ER) -como proteína y como grasa- con la ingesta de proteína y de EM, para lo cual se tuvo en cuenta por un lado el peso vivo vacío y la composición corporal de los lotes inicial y final, y por otro la ingesta de proteína y de EM (Nieto y col., 1995). El equivalente energético utilizado para la proteína fue 23,8 Kj/g.

Con el fin de obtener la eficiencia neta de utilización de la energía metabolizable de la dieta para el mantenimiento y las necesidades de mantenimiento de los perdigones, el grupo de 10 animales supervivientes al sacrificio, que permanecían alojados en sus jaulas metabólicas, se sometió a un nivel de alimentación restringido que proporcionó una ingesta de energía próxima a un valor de mantenimiento teórico, aunque ligeramente superior a éste. Tras tres días de adaptación, divididos en dos lotes de 5 animales, se determinó su PC durante 24 horas como se ha descrito anteriormente. Los animales permanecieron en las cámaras respirométricas y, finalmente, tras 12 horas de ayuno se determinó su PC basal durante 24 horas.

La PC se relacionó con IEM, tanto con el nivel de IEM elevado y próximo al mantenimiento como con este último y a IEM=0 (ayuno), obteniéndose así las eficiencias de utilización de la energía para el crecimiento ( $k_g$ ) y el mantenimiento ( $k_m$ ), respectivamente. La ecuación de regresión lineal utilizada en ambos casos fue la siguiente:

$$ER \text{ (Kj/Kg}^{0.75} \text{ y día)} = -a + b \times \text{MEI (Kj/Kg}^{0.75} \text{ y día)}$$

donde la pendiente de la recta de regresión nos indica la eficiencia con que la EM ingerida se transforma en ER.

### **Análisis físico-químicos**

El contenido en sustancia seca del alimento, excretas y canales se determinó según procedimientos estándar (AOAC, 1990) y el N total según el procedimiento Kjeldahl con modificaciones (Nieto y col., 1995). Las canales se cortaron en trozos pequeños, que posteriormente se liofilizaron y molieron. Las excretas también fueron liofilizadas y molidas. Siempre, una muestra del material liofilizado fue desecado en estufa de ventilación forzada para determinar su contenido en sustancia seca (AOAC, 1990). El contenido en energía bruta (EB) del alimento, excretas y canales fue medido (en muestras liofilizadas en los dos últimos casos) en una bomba calorimétrica isoperibólica (PARR 1356, Biometra, Illinois). La IEM aparente se determinó a partir del contenido en EB del alimento y el de las excretas. La metabolibilidad fue calculada como la relación EM/EB. La deposición de proteína y la ER total se determinaron por la técnica de los sacrificios comparados. Una vez conocida la ER total y la ER como proteína (retención de N  $\times$  6,25  $\times$  23,8 Kj/g) se calculó por diferencia la correspondiente a la grasa.

### **Análisis estadístico**

Los resultados fueron analizados según un ANOVA-I, las diferencias significativas fueron determinadas usando el test de Tukey o Bonferroni cuando el número de datos comparados eran iguales o diferentes, respectivamente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La EM de la dieta obtenida a partir de la digestibilidad de nutrientes y balance de energía fue de 13,1 Mj/Kg ss, con una metabolibilidad de  $65,5 \pm 0,92$  %, similar al valor obtenido por Linkkonen y col. (1999) en perdiz gris entre las 0-6 semanas de edad (67,8 %), para una dieta de composición similar. La *Tabla 1* muestra los valores medios de PV, ingesta de alimento, IC e IEM a lo largo de las cuatro semanas experimentales.

**Tabla 1. Peso vivo (PV), ingesta de alimento, índice de conversión (IC) e ingesta de EM (IEM) de pollos de perdiz roja que consumieron una dieta *ad libitum* formulada a base de cereales y torta de soja.**

Semanas de vida	3-4	4-5	5-6	6-7
PV (g)*	97,1±4,4	136,9±5,0	178,5±5,6	208,7±5,8
Ingesta (g/día)	10,5±0,6	14,3±0,4	17,6±0,5	18,4±0,5
IC (g alimento/g ganancia PV)	3,20±0,33 a	2,55±0,10 a	2,97±0,07 a	4,48±0,33 b
IEM (Kj/día)	122,7±7,2 a	166,9±4,1 b	205,1±6,4 c	215,3±5,3 c
IEM (Kj/Kg <sup>0,75</sup> y día)	702,0±23,7 <sup>a</sup>	743,9±13,9 a	748,6±21,0 a	699,5±19,3 a

\*Medido al final de cada periodo de una semana; PV inicial =  $71,3 \pm 2,0$  g; n=20.

abc Para las comparaciones realizadas, los valores dentro de la misma fila con distinto superíndice eran significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

El IC medio se situó entre 2,55 y 4,48 para las semanas de vida 4-5 y 6-7, respectivamente, empeorando significativamente ( $P < 0,05$ ) en este último periodo. Los índices de conversión obtenidos fueron peores que los procedentes de experiencias realizadas con otras especies de perdiz y con dietas de similar composición. Así, Hermes y col. (1984) en pollos de perdiz griega de 0-8 semanas de edad, encontraron índices de conversión entre 2,94-2,98. Con pollos chukar de la misma edad, Ozek y col. (2003) obtuvieron valores que oscilaban entre 2,66-2,74; Ozek (2004) encontró valores comprendidos entre 2,21-3,40 a las 0-2 y 4-6 semanas de edad, respectivamente, con un valor medio de todo el periodo de 2,85. Este mismo autor (Ozek, 2006) obtuvo valores que oscilaron entre 2,1-3,2 para los periodos 0-2 y 6-8 semanas, respectivamente. Ya que el contenido en EM de la dieta utilizada en el presente trabajo resultó ser similar al ofrecido en los trabajos publicados para otras especies de perdiz, el peor IC obtenido podría indicar una relación inadecuada entre el contenido energético de la dieta y su nivel de proteína.

Tal vez, como ave perteneciente al grupo de las precociales, la perdiz roja tenga la necesidad de conseguir la homeotermia más rápidamente que otras especies de perdiz en las que la temperatura en la época de cría no presenta unas fluctuaciones tan grandes como las que ocurren en la Península Ibérica y, como consecuencia de esto, el IC sea comparativamente más alto que en otras especies de latitudes menores o de climas más benignos durante la cría.

El valor medio de ER, medida mediante sacrificios comparados, fue  $32,9 \pm 2,0$  Kj/día, de la cual  $24,0 \pm 1,7$  y  $8,9 \pm 0,4$  correspondieron a proteína y grasa, respectivamente. Dado que la IEM media alcanzó el valor de  $177,5 \pm 6,8$  Kj/día, la PC resultó ser  $144,6$  Kj/día, equivalentes a  $10,8$  W/Kg PV. En perdices chukar en crecimiento, Pis (2003) determinó la PC mínima en la zona de termoneutralidad, dicha PC desciende desde  $17,8$  en animales de una semana a  $11,3$  W/Kg PV en pollos de cuatro semanas; y a  $9,46$  en pollos de catorce semanas. Durante los primeros tres días de vida el valor fue de  $10,4$  W/Kg PV. En pollos de perdiz gris alimentados *ad libitum*, Marjoniemi y col. (1995) y Pis (2001) encontraron valores de  $21,5$  y  $17,0$  W/Kg PV, respectivamente. En nuestro caso es necesario destacar que la PC media de los pollos de perdiz roja alimentados *ad libitum* mostró el valor mencionado de  $10,8$  W/Kg PV, similar al obtenido para la PC mínima, lo que podría sugerir necesidades de mantenimiento comparativamente más bajas que las publicadas para otras especies de perdiz.

La eficiencia bruta de utilización de la EM de sólo  $18,5\%$  podría deberse a que el nivel de ingestión alcanzado fue moderado con respecto a las necesidades energéticas de mantenimiento.

Las pendientes de las ecuaciones de regresión lineal que relacionan la IEM y la ER obtenidas en las medidas realizadas en cámara de respirometría, que determinan la eficiencia de utilización de la EM para el mantenimiento ( $k_m$ ) y el crecimiento ( $k_g$ ) fueron  $0,77 \pm 0,05$  y  $0,61 \pm 0,03$ , respectivamente.

Los valores medios para el cociente respiratorio ( $CR=CO_2/O_2$ ) fueron  $0,91 \pm 0,02$ ,  $0,72 \pm 0,04$  y  $0,63 \pm 0,08$  para los niveles de IEM *ad libitum*,  $0,5$  *ad libitum* y ayuno, respectivamente, siendo el primero de ellos significativamente mayor ( $P < 0,05$ ).

La comparación con los escasos datos que ofrece la bibliografía apunta a menor ritmo de crecimiento de nuestra perdiz autóctona. Todo esto nos ofrece indicios de que sus necesidades de proteína y energía difieren de las de otras especies y que probablemente sean menores para el crecimiento y el mantenimiento, lo que sugiere la conveniencia de reajustar la formulación de la dieta.

Este trabajo forma parte Proyecto AGR 03065 subvencionado por la Junta de Andalucía.

## REFERENCIAS

AGUILERA, J.F., BOZA, J., SANZ, M.R. y MOLINA, E. (1989). Empleo de harinas de algodón y de girasol en dietas para pollos. Suplementación con L-lisina y DL- metionina. *Archivos de Zootecnia* **38**: 3-19.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. (1990). Official Methods of Analysis, 15th ed. Arlington, VA.

CARRANZA, J., MARTÍNEZ, J.G., SÁNCHEZ-PRIETO, C.B., FERNÁNDEZ-GARCÍA, J.L., SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, B., ÁLVAREZ-ÁLVAREZ, R., VALENCIA, J. y ALARCOS, S. (2003). Game species: extinction hidden by census numbers. *Animal Biodiversity and Conservation* **26.2**: 81-84.

HERMES, J.C., WOODARD, A.E., VOHRA, P. y SNYDER, R.L. (1984). The effect of light intensity, temperature, and diet on growth in Red-Legged partridge. *Poultry Science* **63**: 871-874.

LACHICA, M., AGUILERA, J.F. y PRIETO, C. (1995). A confinement respiration chamber for short gaseous exchange measurements. *Archives of Animal Nutrition* **48**: 329-336.

LIUKKONEN, A.T., PUTAALA, A. y HISSA, R. (1999). Does shifting from a commercial to a natural diet affect the nutritional status of hand-reared grey partridges (*Perdix perdix*)? *Wildlife Biology* **5**: 147-156.

LUCIO, A.J. (1998). Perdiz roja. En: F.J. Purroy (ed.) *Atlas de las aves de España*. Barcelona: Lynx.

- MARJONIEMI, K., HOHTOLA, E., PUTAALA, A. y HISSA, R. (1995).** Development of temperature regulation in the grey partridge *Perdix perdix*. *Wildlife Biology* **1**: 39-46.
- NIETO, R., PRIETO, C., FERNÁNDEZ-FÍGARES, I. y AGUILERA, J.F. (1995).** Effect of dietary protein quality on energy metabolism in growing chickens. *British Journal of Nutrition* **74**: 163-172.
- OZEK, K. (2004).** Effect of energy level in the diet on body weight, feed consumption and feed conversion ratio at early growth period in the chukar partridge (*Alectoris chukar chukar*) raised in closed confinement. *Revue de Medecine Veterinaire* **155**: 163-166.
- OZEK, K. (2006).** The Optimum Protein Content in High-Energy Starter Diet for Chukar Partridge (*Alectoris chukar chukar*). *International Journal of Poultry Science* **5**: 522-525.
- OZEK, K. y BAHTIYARCA, Y. (2004).** Effects of sex and protein and energy levels in the diet on the blood parameters of chukar partridge (*Alectoris chukar*). *British Poultry Science* **45**: 290-293.
- OZEK, K., YAZGAN, O. y BAHTIYARCA, Y. (2003).** Effects of dietary protein and energy concentrations on performance and carcass characteristics of chukar partridge (*Alectoris chukar*) raised in captivity. *British Poultry Science* **44**: 419-426.
- PIS, T. (2001).** Development of thermoregulation in handreared grey partridges (*Perdix perdix*). *Game Wildlife Science* **18**: 509-520.
- PIS, T. (2003).** Energy metabolism and thermoregulation in hand-reared chukars (*Alectoris chukar*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* **136**: 757-770.
- PUTAALA, A., HOHTOLA, E. y HISSA, R. (1995).** The effect of group size on metabolism in huddling grey partridge (*Perdix perdix*). *Comparative Biochemistry and Physiology* **111B**: 243-247.
- RODRÍGUEZ, P., TORTOSA, F.S. y GORTÁZAR, C. (2006).** Daily variations of blood biochemical parameters in the red-legged partridge (*Alectoris rufa*). *European Journal of Wildlife Research* **52**: 277-281.

