

Influencia de la relación Ca/P sobre la utilización de ambos nutrientes en la codorniz en puesta

M. M. Andújar, M. P. Navarro y G. Varela

Instituto de Nutrición (C.S.I.C.)
Facultad de Farmacia
Ciudad Universitaria
Madrid - 3

(Recibido el 15 de febrero de 1977)

M. M. ANDUJAR, M. P. NAVARRO and G. VARELA. *The Effect of Ca/P Relation on Utilization of Both Nutrients in Laying Quails*. Rev. esp. Fisiol., 33, 305-310. 1977.

The effect of two Ca/P relations (2.1 y 4.5) in the diet on nutritive utilization of both minerals, egg production and egg characteristics (weight, size, resistance and shell Ca content) was studied. Nutritive utilization and absolute body retention of Ca were higher with a Ca/P relation of 4.5, while the lower Ca/P relation (2.1) produced a greater utilization of P, without differences as high as in the case of Ca. As a whole, the diet with a Ca/P relation = 2.1 was more efficiently utilized but egg production did not rise optimal levels got on the diet with a Ca/P relation = 4.5. Egg characteristics were similar with both treatments.

La interacción de los distintos nutrientes a nivel digestivo y metabólico va adquiriendo a diario mayor importancia, hecho que en el caso del calcio y del fósforo se hace particularmente relevante. En las últimas décadas se han realizado numerosos estudios de ambos elementos en nutrición animal, habiendo demostrado que no sólo los niveles absolutos de Ca y P sino también el balance o la relación entre ambos tiene un considerable efecto sobre el crecimiento, mineralización ósea, utilización del alimento y, en general, sobre el estado de salud de numerosas especies. Concretamente en el caso de las aves sobre calcificación de la cáscara, fertilidad e incubabilidad del huevo (1, 9, 17).

La homeostasis de Ca y P, afirman al-

gunos autores (2), puede ser modificada al menos temporalmente por influencias dietéticas, hasta el punto de que ha podido observarse el desarrollo de un hiperparatiroidismo nutricional secundario como consecuencia de dietas cuya relación Ca/P no era adecuada.

El objeto del presente trabajo ha sido determinar la influencia que distintas relaciones Ca/P ejercen sobre la utilización nutritiva de ambos iones, la mineralización ósea, producción, calcificación de la cáscara y características del huevo de las aves.

Material y métodos

Los ensayos se realizaron en dos grupos de 10 codornices (*Coturnix coturnix* ja-

ponica) hembras adultas, en alto nivel de producción y con peso medio inicial de 153 gramos.

De los 38 días de duración total del experimento, los 30 primeros fueron de adaptación a la instalación y dietas y los 8 últimos de control, en los cuales se cuantificó rigurosa e individualmente ingesta, excreta y producción de huevos, a fin de realizar balances de Ca y P en todos los animales. Asimismo, se estudiaron las características (peso, tamaño y resistencia a la rotura por peso) de los huevos y al final del ensayo la calcemia y mineralización ósea, expresada por el contenido de Ca y P en el fémur.

Los experimentos se llevaron a cabo en cámara termorregulada a $21 \pm 2^\circ \text{C}$, convenientemente ventilada, donde las aves estaban alojadas en células de metabolismo dotadas de sistemas individuales de suministro de alimentos y de recogida de excretas y huevos.

Durante el período experimental los animales bebieron agua desionizada y el alimento se mantuvo *ad libitum*.

La dieta experimental cuyo contenido proteico (23 %) era idóneo (5) para esta especie animal en fase de producción, se adicionó de las correspondientes cantidades de Ca y P, obteniéndose así dos dietas cuya única diferencia radicaba en su relación Ca/P (dieta A: $\frac{2,56 \%}{1,21 \%} = 2,1$; dieta B: $\frac{3,24 \%}{0,72 \%} = 4,5$).

ta B: $\frac{3,24 \%}{0,72 \%} = 4,5$).

El Ca se determinó por espectrofotometría de absorción atómica (10) y el P por fotocolorimetría (10). El tamaño del huevo se juzgó por la medida, mediante un calibre, de sus dos diámetros. La determinación de la resistencia de la cáscara se llevó a cabo en un dispositivo especial que permite la rotura, pero no la fragmentación del huevo cuando se van superponiendo, a intervalos regulares, pesos crecientes. Se expresó por el mínimo peso

que es capaz de conseguir dicha rotura sin fragmentación (11).

Con los datos obtenidos de ingesta, producción de huevos, Ca o P ingerido (I), excretado (E) y en huevo (H), se juzgó la utilización nutritiva de ambos minerales mediante el cálculo de los siguientes parámetros:

- Ca o P utilizado (U) = I — E
- Ca o P retenido (R) = I — (E + H)
- Coeficiente de utilización nutritiva

$$(C.U.N.) = \frac{U}{I} \times 100$$

- Coeficiente de retención corporal

$$(C.R.C.) = \frac{R}{I} \times 100$$

- Coeficiente de incorporación al huevo

$$(C.I.H.) = \frac{H}{I} \times 100$$

- % de Ca o P retenido del utilizado = $\frac{R}{U} \times 100$

- % de Ca o P incorporado al huevo del utilizado = $\frac{H}{U} \times 100$

La eficacia nutritiva/huevo representa los gramos de sustancia seca ingerida por huevo puesto.

Los resultados obtenidos en ambos grupos se estudiaron estadísticamente mediante un análisis de significación de medias por el método *t de Student*.

Resultados

Al elevarse la relación Ca/P en el alimento, aunque la ingesta no varió, el Ca ingerido, excretado y eliminado total, aumentaron significativamente (tabla I) y la cantidad absoluta del nutriente utilizada y retenida fue significativamente superior. Sin embargo, la utilización relativa (C.U.N.) de Ca fue más elevada en los animales con una relación Ca/P más baja y no varió significativamente la retención corporal (C.R.C.).

Tabla I. *Influencia de la relación Ca/P en la utilización nutritiva de Ca en la codorniz en puesta.*

Valores medios de 10 animales $\pm$ ES. Para el estudio estadístico (t de Student) se compararon ambos grupos entre sí. El significado de cada índice se detalla en el Material y métodos.

Índices (mg/día)	Dieta (Ca/P)	
	2,1	4,5
Ca ingerido	506 $\pm$ 23	715 $\pm$ 24****
Ca excretado	218 $\pm$ 10	362 $\pm$ 16****
Ca en huevo	234 $\pm$ 10	246 $\pm$ 10
Ca eliminado total	453 $\pm$ 12	609 $\pm$ 22****
Ca utilizado	289 $\pm$ 21	353 $\pm$ 11**
Ca retenido	54 $\pm$ 23	111 $\pm$ 13*
C.U.N.	56,7 $\pm$ 1,8	49,5 $\pm$ 0,9***
C.R.C.	9,5 $\pm$ 3,4	15,4 $\pm$ 1,7
C.I.H.	47,1 $\pm$ 2,9	34,6 $\pm$ 1,6*

**** $p < 0,001$; *** $p < 0,01$; ** $p < 0,02$; * $p < 0,05$.

El C.I.H. fue superior en las aves del grupo con Ca/P, resultado lógico teniendo en cuenta que la ingesta de Ca fue menor y que no varió la cantidad absoluta de Ca que a diario se incorporó al huevo. También resultó mayor la fracción de Ca utilizado y menor, por el contrario, la que queda retenida en su organismo (figura 1). En estos mismos parámetros referidos al fósforo puede observarse que aunque fue en ambos grupos superior la fracción de fósforo utilizado que queda retenido corporalmente, las aves que consumieron la relación Ca/P más alta presentaron la más baja proporción de P retenido del utilizado y la más alta incorporada al huevo, mientras que en los de la relación Ca/P más baja el fenómeno se invirtió. Estos cambios en la retención corporal no fueron cuantitativamente lo bastante intensos

Tabla II. *Influencia de la relación Ca/P sobre el contenido de Ca y P en el fémur y calcemia.*

Valores medios de 5 animales $\pm$ E.S.

Dieta (Ca/P)	Peso fémur (mg)	Ca en fémur (mg)	P en fémur (mg)	Relación Ca/P en fémur	Ca en plasma (mg/ml)
2,1	278 $\pm$ 16	63 $\pm$ 4	30 $\pm$ 2	2,1	0,24 $\pm$ 0,01
4,5	301 $\pm$ 17	64 $\pm$ 7	32 $\pm$ 4	2,0	0,23 $\pm$ 0,01

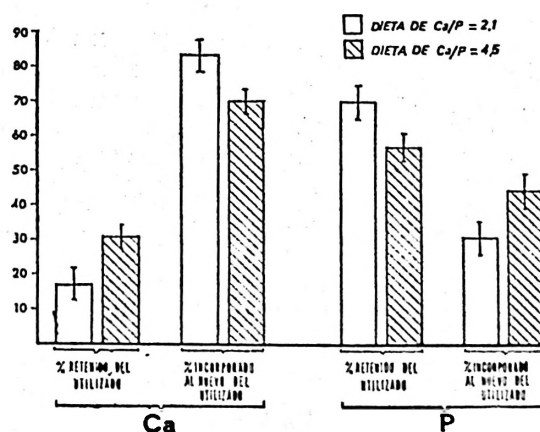


Fig. 1. *Influencia de la relación Ca/P sobre el destino del Ca y P utilizado en la codorniz en puesta.*

como para notarse en el contenido de Ca y P en un hueso aislado, y así no se apreciaron diferencias (tabla II) en la mineralización ósea reflejada por el contenido de Ca y P en el fémur.

La ingesta, excreta y eliminación de P (tabla III), así como también su utilización y retención absoluta, fueron significativamente superiores en las aves con la dieta de relación Ca/P = 2,1, en donde además la cantidad del mismo era superior, aunque aquí las diferencias se mantuvieron menos acusadas que en el caso del Ca, de tal modo que cuando se habla de utilización y retención relativa los coeficientes de ambos lotes se aproximan y no muestran variaciones estadísticas.

Las dietas ensayadas no modificaron las características del huevo (tabla IV) ni la eficacia nutritiva/huevo y solamente la relación Ca/P = 4,5 incrementó significativamente la puesta.

Tabla III. *Influencia de la relación Ca/P en la utilización nutritiva de P en la codorniz en puesta.*

Valores medios de 10 animales $\pm$ ES. Para el estudio estadístico (t de Student) se compararon ambos grupos entre sí. El significado de cada índice se detalla en el Material y métodos.

Índices (mg/día)	Dieta (Ca/P)	
	2,1	4,5
P ingerido	240 $\pm$ 11	161 $\pm$ 6****
P excretado	163 $\pm$ 17	121 $\pm$ 5*
P en huevo	16,7 $\pm$ 1,5	16,2 $\pm$ 0,7
P eliminado total	180 $\pm$ 17	137 $\pm$ 5*
P utilizado	77 $\pm$ 17	39 $\pm$ 3*
P retenido	60 $\pm$ 17	23 $\pm$ 3*
C.U.N.	31,9 $\pm$ 7,4	24,5 $\pm$ 1,4
C.R.C.	24,7 $\pm$ 7,3	14,3 $\pm$ 1,6
C.I.H.	7,2 $\pm$ 0,7	10,2 $\pm$ 0,5*

**** $p < 0,001$; * $p < 0,05$.

Tabla IV. *Influencia de la relación Ca/P sobre la eficacia nutritiva/huevo, producción y características del huevo.*

Valores medios de 10 animales $\pm$ ES. Para el estudio estadístico (t de Student) se compararon ambos grupos entre sí.

Índices	Dieta (Ca/P)	
	2,1	4,5
Eficacia nutritiva/huevo (g s.s. ingerida/huevo)	21,3 $\pm$ 1,4	22,7 $\pm$ 0,9
N.º de huevos/día	0,86 $\pm$ 0,03	0,98 $\pm$ 0,02**
Peso medio del huevo (g)	9,79 $\pm$ 0,23	10,02 $\pm$ 0,20
Diámetro medio del huevo (cm):		
mayor	3,16 $\pm$ 0,04	3,13 $\pm$ 0,02
menor	2,38 $\pm$ 0,03	2,43 $\pm$ 0,02
Resistencia (g)	1036 $\pm$ 63	1190 $\pm$ 112
Ca en cáscara (mg)	260 $\pm$ 8	247 $\pm$ 10

** $p < 0,02$.

Discusión

En las codornices que ingirieron la dieta de relación Ca/P = 4,5 la utilización y retención absoluta del catión se elevó, disminuyendo las del P, resultados descritos en la bibliografía en gallinas usando niveles dietéticos semejantes (6, 8). Sin embargo, las diferencias en la utilización y retención relativa (C.U.N. y C.R.C.) se atenuaron, e incluso el C.U.N. del Ca se hizo superior con la relación Ca/P más baja. Este hecho coincide exactamente con las observaciones de KALANGO y ADEMOSUN (8) en otras aves, los cuales hablan de una disminución en la utilización porcentual de Ca y de un incremento de su retención absoluta cuando el nivel dietético del mismo se eleva; por el contrario, los datos no coinciden con los resultados de COMMON (4) que indican una retención porcentual de Ca constante con ingestas diarias desde 0,9 a 3,5 g del nutriente.

En conjunto, los resultados sobre utilización nutritiva de calcio indicarían que dentro de ciertos límites, la dieta más precaria en Ca fue mejor aprovechada por el animal, en el sentido de que las pérdidas del nutriente, vía excreta, fueron inferiores. Aun siendo esto cierto, hay que tener presente que cuando el aporte dietético de Ca es mayor, se favoreció su retención ósea, hecho que, aunque a nivel de Ca en fémur no se manifestó de un modo palpable en nuestros ensayos, seguramente por lo limitado del tiempo y porque cuantificamos el contenido de un solo hueso y no el del esqueleto total, ha sido descrito por MEHERING y TITUS (9) al observar una correlación positiva entre la ingesta de Ca y su contenido óseo.

Con respecto al P, su más deficiente utilización y retención absoluta en los animales con la dieta de relación Ca/P = 4,5 puede deberse por una parte a que al ser más bajo su contenido dietético, es menor la cantidad ingerida y por tanto presente en el lumen intestinal, sin embargo, no se puede descartar la posibili-

dad de que el alto contenido en Ca interfiera la absorción del P y en consecuencia deprima su utilización. En efecto, TYLER (16) y otros (8, 13 y 14) confirman estas observaciones, sugiriendo la formación de complejos Ca-P que afectan la disponibilidad del P (14).

Aunque la influencia del Ca y P dietético sobre la producción y características del huevo es ampliamente discutida en la bibliografía (1, 3, 12), la opinión más generalizada parece ser que dentro de ciertos niveles la cantidad de ambos minerales no afecta ni la producción ni las características del huevo, mientras que niveles de Ca más bajos, sí son capaces de modificar dichos parámetros (12). En este sentido cabe señalar que las cantidades absolutas de Ca y P dietéticos utilizadas por nosotros pueden considerarse dentro de los márgenes adecuados para aves; sin embargo, con la relación Ca/P = 2,1 la puesta se deprimió significativamente, permaneciendo por el contrario inalteradas las características del huevo; incluso con esta relación alguna codorniz entró en balance negativo de Ca antes de modificar las ya citadas características. El huevo, como afirman diversos autores (7, 15), estaría salvaguardado de muchas de las contingencias propias del animal o de su entorno, y sólo circunstancias extremadas serían capaces de alterar sus constantes.

Resumen

Se estudia en la codorniz en puesta el efecto de dos relaciones dietéticas de Ca/P (2,1 y 4,5) sobre la utilización nutritiva de ambos minerales, producción y características del huevo: peso, tamaño, resistencia y contenido en Ca de la cáscara. La utilización nutritiva y retención corporal absolutas del Ca fueron superiores con la relación Ca/P más alta, mientras que la relación más baja condujo a una mayor utili-

zación de P, sin ser las diferencias tan acusadas como en el caso del Ca. La dieta de relación 2,1 fue más económicamente utilizada pero la producción de huevos no llegó a los niveles óptimos alcanzados con la dieta de relación 4,5. Las características del huevo se mostraron semejantes con ambos tratamientos.

Bibliografía

1. ADEMOSUN, A. A. y KALANGO, I. O.: *Poultry Sci.*, 52, 1383-1392, 1973.
2. ARGENZIO, R. A., LOWE, J. E., HINTZ, H. F. y SCHRYVER, H. F.: *J. Nutr.*, 104, 18-27, 1974.
3. BUAMAH, T. P.: *Ghana J. Sci.*, 9, 142-146, 1969.
4. COMMON, R. H.: *J. Agric. Sci.*, 33, 213-219, 1953.
5. COOPER, D. M.: En «The UFAW Handbook on the care and management of laboratory animals» (4th edit.), Churchill and Livingstone, Edimburg, 1972, pp. 461-470.
6. HULAN, H. W. y NIKOLAICZUK, N.: *Can. J. Anim. Sci.*, 51, 169-177, 1971.
7. HURWITZ, S. y BAR, A.: *Poultry Sci.*, 48, 1391-1396, 1969.
8. KALANGO, I. O. y ADEMOSUN, A. A.: *Poultry Sci.*, 52, 1393-1398, 1973.
9. MEHERING, A. L. y TITUS, H. W.: *Poultry Sci.*, 43, 1405-1414, 1964.
10. METHODS OF ANALYSIS (A.O.A.C.) (12.^a ed.) A.O.A.C. Washington, 1975.
11. NAVARRO, P.: Tesis Doctoral: Facultad de Farmacia, Granada, 1973.
12. POTTER, L. M., LEIGHTON, A. J., Jr., y CHU, A. B.: *Poultry Sci.*, 53, 15-22, 1972.
13. SALEM, H. y REDA, H.: *Poultry Sci.*, 34, 197-205, 1955.
14. SALMAN, A. J., ALI, M. S. y MCGINNIS, J.: *Poultry Sci.*, 48, 1004-1009, 1969.
15. TAYLOR, T. G.: *Proc. Nutr. Soc.*, 24, 49-54, 1965.
16. TYLER, C.: *J. Agric. Sci.*, 36, 283-288, 1946.
17. WAIBEL, P. F. y MRAZ, P. E.: *J. Nutr.*, 84, 58-62, 1964.

