

COM-17

## Estudio del efecto de la fuente mineral de fósforo y su interacción con la relación Ca:P<sub>Dis</sub> en el rendimiento, digestibilidad y mineralización ósea en pollos broilers de 0 a 21 días

M. HAMDI\*, D. SOLÀ-ORIOL and J.F. PEREZ

Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193, Bellaterra, Spain; Servei de Nutrició i Benestar Animal (SNiBA).

\*e-mail: manel.hamdi@uab.cat

Los ingredientes minerales se caracterizan por presentar diferentes grados de solubilidad que pueden hacer variar su disponibilidad para los pollitos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la fuente mineral utilizada en la dieta para pollos de engorde sobre la disponibilidad del fosforo, a partir de la valoración de sus efectos sobre los rendimientos productivos y la mineralización ósea. Se utilizó un total de 500 pollitos machos Ross 308 distribuidos al azar en 100 jaulas y asignados a 20 dietas experimentales (5 réplicas/tratamiento) que fueron isonutritivas salvo en la presencia de niveles crecientes de fósforo no fítico (NPP; 0,30; 0,35; 0,40 y 0,45%) y por la utilización de diferentes fuentes de fósforo mineral (fosfato monocálcico vs. 4 fuentes diferentes de fosfato bicálcico). El consumo promedio de alimento y la ganancia de peso se registraron los días 7, 14 y 21. Al final del experimento se sacrificaron 3 aves/jaula para determinar el peso y el porcentaje de cenizas de la tibia. Los resultados mostraron la ausencia de un efecto significativo ( $P > 0,05$ ) asociado a la fuente de fósforo utilizada. Sin embargo, un incremento en el nivel del NPP hasta 0,4 y 0,45% en la dieta incrementó el PV a 14 y 21 días, el CMD y GMD de los animales, y el peso y porcentaje de cenizas de las tibias en los pollitos de 21d en comparación a los tratamientos 0,3 y 0,35% de NPP. No se observó ninguna interacción entre las fuentes de fósforo y los niveles de NPP ( $P > 0,10$ ). Los resultados apuntan a la ausencia de diferencias en la disponibilidad de P entre las fuentes de P estudiadas. Por otra parte, los resultados sugieren el interés de utilizar un nivel de 0,4% de NPP para maximizar a la vez los parámetros productivos y la mineralización ósea de los pollos durante las primeras 3 semanas de vida.

The mineral ingredients are characterized by their different degrees of solubility that can vary the availability of nutrients for chicks. The objective of this study was to evaluate the effect of mineral source of phosphorus used in broiler diet on the availability of phosphorus, based on the evaluation of its effects on growth performance and bone mineralization. We used a total of 500 Ross male chicks 308 randomly distributed in 100 cages (5 replicates / treatment) and assigned to 20 experimental diets that were isonutritious except in the presence of increasing levels of non-phytate phosphorus (NPP, 0.30, 0.35, 0.40 and 0.45%) and different source of phosphorus mineral (monocalcium phosphate vs. 4 different sources of phosphate bicalcium). The average feed consumption and weight gain were registered on days 7, 14 and 21. At the end of the

experiment 3 birds / cage were sacrificed to determine the weight and the percentage of tibia ash. The results showed that no significant effect ( $P > 0.05$ ) associated with phosphorus sources used. However, an increase in the level of NPP to 0.4 and 0.45% in the diet increased the BW at 14 and 21 days and ADG and ADFI of the animals, and the tibia weight and ash percentage in chicks at 21d compared to treatments 0.3 and 0.35% NPP. No interaction observed between phosphorus sources and NPP levels for all parameters measured in this experiment ( $P > 0.10$ ). The results confirm the absence of differences in the availability of P from mineral sources of P used and are recommended from this experiment using a level of 0.4% NPP to maximize both the production parameters and bone mineralization chickens during the first 3 weeks of life.

---

**Palabras clave:** Broiler ; Fuentes de fósforo ; tibia ; niveles de fósforo

## Introducción

En avicultura, todas las dietas incluyen cantidades variables de calcio y fósforo de origen mineral, cuyo nivel de incorporación en la fórmula depende de su contenido en Ca y P, su solubilidad, y absorción. En el caso del fósforo, las formas más utilizadas son el fosfato bicálcico (DCP), y el fosfato monocálcico (MCP), si bien, la mayoría de las fuentes comerciales son mezclas de ambas en proporciones que varían de 50:50 a 67:33. La biodisponibilidad del NPP de fósforo inorgánico puede variar dependiendo de la fuente (Hayes, 1976; de Groote, 1983). Algunos autores sugieren que el P en MCP es más digestible que en DCP (Grimbergen et al., 1985; Eekhout and De Paepe, 1997). Mientras que otros, como es el caso de Lima, (1995) considera que el P procedente del DCP es 100% disponible. Las diferencias posiblemente se deban a que las características del DCP varían de acuerdo con el origen de la materia prima (origen de la roca fosfato, ácido fosfórico, etc) y también de acuerdo a las variaciones en los métodos y las condiciones de transformación industrial. El objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de la fuente de fosforo utilizada en la dieta para pollos de engorde sobre la biodisponibilidad del fosforo, así como determinar sus efectos sobre los rendimientos productivos y la mineralización ósea.

## Material y Metodos

El estudio se llevó a cabo en la unidad de metabolismo para aves del Servei de Granges i Camps Experimentals de la UAB. La sala estaba equipada de una batería de 100 jaulas. Se utilizó un total de 500 pollos de carne machos Ross 308 alojados en las jaulas metabólicas a razón de 5 animales por jaula y distribuidos al azar en 20 grupos experimentales. Se preparó una dieta base (de 1 a 21d de edad) formulada para contener los niveles adecuados de nutrientes necesarios para satisfacer los requerimientos nutricionales excepto para el NPP. A partir de esta dieta base se prepararon 20 tratamientos experimentales mediante la adición de 5 fuentes diferentes de P incorporados a 4 niveles de inclusión crecientes de NPP (0,3 ; 0,35 ; 0,40 y 0,45%) manteniendo el nivel de Ca de la dieta a 0,9% según la recomendación de FEDNA, 2008. Las fuentes de fósforo que hemos usado en este experimento eran: MCP (22,3% P; 16,8% Ca), DCP1-dihidrato (17,9% P; 25,6% Ca), DCP 2-dihidrato (18,7% P; 26,1% Ca), DCP 3-dihidrato (18,7% P; 23,9% Ca) y DCP 4-dihidrato (17,9% P; 26,9% Ca).

Se registró el peso y el consumo de pienso en los días 7, 14 y 21 para determinar el CMD, GMD y el IC. El día 21 se seleccionaron 3 animales que fueron sacrificados para extraer y determinar el peso y porcentaje de cenizas de las tibias. Se realizó también un análisis de las dietas así como el contenido en Ca y P en cada uno de los tratamientos. Los datos fueron analizados como un diseño completamente al azar utilizando el procedimiento GLM del programa SAS (SAS, 2008), versión 9.2. Los efectos principales fueron la fuente de fósforo, el nivel de NPP, y la interacción entre los dos. Se calcularon también las pendientes de las regresiones lineales asociadas a los niveles de NPP en cada una de las fuentes y para cada uno de los parámetros estudiados.

## Resultados

Los resultados productivos (Tabla 2) indican la ausencia de diferencias ( $P > 0.05$ ) entre las diferentes fuentes de fósforo; y una respuesta significativa con el nivel de NPP en las dietas. Así, el PV, CMD y GMD a día 14 y 21 fue superior para las aves alimentadas con la dieta suplementada con 0,4 y 0,45% del NPP frente a aquellos alimentados con las dietas suplementadas con 0,3 y 0,35% del NPP. No se observó ninguna interacción entre las fuentes de fósforo y los niveles de NPP.

En relación a la mineralización ósea a día 21 (Tabla 3), la suplementación con niveles crecientes de NPP incrementó linealmente el peso de la tibia y el porcentaje de cenizas. No se observaron diferencias significativas claras entre los niveles elevados de NPP (0,4 y 0,45%). No se observó un efecto significativo en la mineralización ósea asociado a la fuente mineral, o a la interacción entre la fuente y niveles de NPP.

En la comparación de pendientes de la respuesta lineal al nivel de NPP (resultados no mostrados), se observa que no hay diferencias significativa ( $P > 0,05$ ) entre las fuentes minerales utilizadas.

## Discusión

Los resultados confirman la respuesta productiva y de mineralización de los pollitos a niveles crecientes de suplementación de P no fítico. En el presente estudio, los mejores rendimientos se observaron con niveles de 0,4 y 0,45% NPP, y coinciden con (Driver et al., 2005). Sin embargo, nuestros resultados no permiten evidenciar diferencias en la disponibilidad del P mineral de diferentes fuentes estudiadas. Un experimento realizado por Grimbergen et al, (1985) con pavos muestra que no hay diferencia en la respuesta de crecimiento entre MCP y DCP dihidrato. Pero la respuesta de crecimiento era claramente menor con el uso de DCP anhidro que en el caso de usar MCP o DCP dihidrato. De hecho, el fosfato bicálcico se puede obtener como una sal anhidro,  $\text{CaHPO}_4$ , o como el dihidrato,  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Gillis et al. (1962) encontraron que en los pollos y, más particularmente, para los pavos la utilización biológica de P desde el dihidrato era mejor que de  $\text{CaHPO}_4$  anhidro. La misma conclusión que se alcanzó por Griffith et al. (1966), Thompson et al. (1970) y Huyghebaert et al. (1980). De hecho, los controles sobre el proceso de producción (temperatura, control de la reacción química,...) determinan diferencias en la composición DCP, por ejemplo temperaturas altas no controladas pueden dar lugar a la evaporación del agua de cristalización para formar un producto anhidro más concentrado en P que puede tener un efecto sobre la digestibilidad y la biodisponibilidad del P (Viljoen, 2001). Las diferencias pueden deberse a que en el tracto digestivo la disolución por el ácido gástrico es más lenta para el DCP anhidro que para la forma hidratada (Rucker et al. (1968).

Nuestros resultados permiten concluir que para pollos de 0 a 21 días de edad, no hay diferencia de disponibilidad del fosforo entre las fuentes de fosfato monocálcico y bicálcico dihidratado.

**Tabla 1. Ingredientes y nutrientes de los diferentes tratamientos de pollos de engorde de 0 a 21 días (%).**

Fuentes	MCP				DCP 3				DCP 2				DCP 1				DCP 4			
	0,3	0,35	0,4	0,45	0,3	0,35	0,4	0,45	0,3	0,35	0,4	0,45	0,3	0,35	0,4	0,45	0,3	0,35	0,4	0,45
<b>NPP%</b>	0,3	0,35	0,4	0,45	0,3	0,35	0,4	0,45	0,3	0,35	0,4	0,45	0,3	0,35	0,4	0,45	0,3	0,35	0,4	0,45
<b>Ingredientes,%</b>																				
Maíz	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7
Trigo	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
H.de soja	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9
47%PB																				
Soja ext.	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
L-Lis	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
DL-Met	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
CaCO <sub>3</sub>	1,57	1,47	1,36	1,26	1,36	1,19	1,02	0,86	1,31	1,13	0,94	0,76	1,29	1,11	0,92	0,73	1,26	1,07	0,87	0,67
DCP 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	1,18	1,45	1,73	-	-	-	-
DCP 2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,86	1,13	1,39	1,66	-	-	-	-	-	-	-	-
DCP 3	-	-	-	-	0,86	1,13	1,39	1,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DCP 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	1,18	1,46	1,74
MCP	0,7	0,92	1,14	1,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sal	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Corrector Vit-Min	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Dicalite	0,46	0,34	0,23	0,11	0,51	0,41	0,31	0,21	0,56	0,48	0,39	0,31	0,54	0,45	0,35	0,26	0,57	0,49	0,4	0,32
<b>Composición Calculada (%)</b>																				
E.M (Kcal/kg)	2960	2960	2960	2960	2960	2960	2960	2960	2960	2960	2960	2960	2960	2960	2960	2960	2960	2960	2960	2960
P.B	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Ca	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
P Total	0,55	0,60	0,65	0,70	0,55	0,60	0,65	0,70	0,55	0,60	0,65	0,70	0,55	0,60	0,65	0,70	0,55	0,60	0,65	0,70
Fósforo Dis	0,28	0,33	0,37	0,42	0,27	0,31	0,35	0,40	0,27	0,31	0,35	0,40	0,27	0,31	0,35	0,40	0,27	0,31	0,35	0,40
<b>Composición analizada (%)</b>																				
M.S	89,6	89,4	89,5	89,4	89,7	89,6	89,7	89,6	89,6	89,7	89,7	89,9	89,5	89,5	89,6	89,7	89,6	89,6	89,7	89,8
P.B	22,57	22,18	21,92	21,70	21,83	22,12	21,80	22,09	22,24	21,81	21,57	21,96	20,96	21,27	21,91	21,11	20,97	21,93	21,21	21,67
P Total	0,65	0,69	0,73	0,74	0,64	0,67	0,72	0,79	0,65	0,66	0,73	0,80	0,57	0,67	0,74	0,79	0,61	0,69	0,69	0,77

**Tabla 2. Efecto de diferentes fuentes y niveles de fósforo en el peso vivo (PV), consumo medio diario (CMD) y ganancia media diaria (GMD) de los pollos broiler de 0 a 21 días**

	PV 7 (g)	PV 14 (g)	PV 21 (g)	GMD021 (g/d)	CMD021 (g/d)	IC021
<b>Fuente</b>						
DCP 1	156,8	409,7	744,1	1,50	47,48	1,42
DCP 2	152,3	398,1	737,3	1,50	46,74	1,41
DCP 3	155,5	399,2	733,1	1,51	46,75	1,43
DCP 4	157,4	396,9	736,5	1,48	46,39	1,41
MCP	151,5	387,6	728,2	1,50	46,38	1,43
<b>NPP(%)</b>						
0,3	146,2 <sup>b</sup>	362,5 <sup>b</sup>	670,2 <sup>b</sup>	29,99 <sup>c</sup>	43,78 <sup>c</sup>	1,46 <sup>a</sup>
0,35	154,6 <sup>a</sup>	385,3 <sup>b</sup>	714,4 <sup>b</sup>	32,09 <sup>b</sup>	46,07 <sup>b</sup>	1,44 <sup>a</sup>
0,4	158,9 <sup>a</sup>	415,3 <sup>a</sup>	771,1 <sup>a</sup>	34,67 <sup>a</sup>	48,10 <sup>a</sup>	1,39 <sup>b</sup>
0,45	159,1 <sup>a</sup>	430,1 <sup>a</sup>	787,6 <sup>a</sup>	35,43 <sup>a</sup>	49,05 <sup>a</sup>	1,39 <sup>b</sup>
SEM	6,08	12,78	21,44	0,042	1,128	0,036
<b>P valor</b>						
Fuente	0,55	0,21	0,88	0,82	0,64	0,92
NPP	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Fuente*NPP	0,89	0,62	0,46	0,62	0,80	0,54

Letras diferentes señalan medias estadísticamente diferentes entre tratamientos (P<0.05)

**Tabla 3. Efecto de diferentes fuentes y niveles de fósforo en el peso y porcentaje de cenizas de las tibias de los pollos broiler de 0 a 21 días**

	Peso tibia(g)	Cenizas Tibia (%)	Peso tibia /PV (%)
<b>Fuente</b>			
DCP 1	1,59	51,53	0,214
DCP 2	1,60	51,05	0,215
DCP 3	1,62	51,07	0,216
DCP 4	1,58	50,63	0,213
MCP	1,57	50,83	0,215
<b>NPP(%)</b>			
0,3	1,41 <sup>d</sup>	48,29 <sup>c</sup>	0,207 <sup>c</sup>
0,35	1,52 <sup>c</sup>	50,80 <sup>b</sup>	0,211 <sup>b</sup>
0,4	1,66 <sup>b</sup>	52,11 <sup>a</sup>	0,217 <sup>a</sup>
0,45	1,76 <sup>a</sup>	52,88 <sup>a</sup>	0,223 <sup>a</sup>
SEM	0,053	0,530	0,0038
<b>P valor</b>			
Fuente	0,619	0,179	0,875
NPP	<,0001	<,0001	<,0001
Fuente*NPP	0,809	0,234	0,570

Letras diferentes señalan medias estadísticamente diferentes entre tratamientos (P<0.05)

## Referencias

- DE GROOTE G.** (1983) Biological availability of phosphorus in feed phosphates for broilers. In: M. Labier (Editor), Proceedings of the 4th European Symposium on Poultry Nutrition, organised by the European Federation of Branches of World's Poultry Science Association (W.P.S.A.), Tours, France, October 17-20th.
- DRIVER J.P., PESTI G.M., BAKALLI R.I., EDWARDS H.M.** (2005) Effects of calcium and nonphytate phosphorus concentrations on phytase efficacy in broiler chicks. *Jr Poult Sci* 84:1406-1417.
- EEKHOUT, W., and DE PAEPE M.** (1997) The digestibility of three calcium phosphates for pigs as measured by difference and by slope-ratio assay. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)* 77:53-60.
- GILLIS, M.B., EDWARDS, H.M. and YOUNG, R.J.** (1962) Studies on the availability of calcium orthophosphates to chickens and turkeys. *J. Nutr.*, 78: 155-161.
- GRIFFITH, M., YOUNG, R.J. and SCOTT, M.L.** (1966) Influence of soybean meal on growth and phosphorus availability in turkey poults. *Poult. Sci.*, 45: 189-199.
- GRIMBERGEN A.H.M., CORNELISSEN J.P. and STAPPERS H.P.** (1985) The relative availability of phosphorus in inorganic feed phosphates for young turkeys and pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 13 (1985) 117-130.
- HAYES, V.W.** (1976) Phosphorus in Swine Nutrition. Published by Grants-in-Aid Committee, National Feed Ingredients Association.
- HUYGHEBAERT, G., DE GROOTE, G. and KEPPENS, L.** (1980) The relative biological availability of phosphorus in feed phosphates for broilers. *Ann. Zootech.*, 19: 245-263.
- LIMA F. R., C. X. MENDONÇA, JR., J. C. ALVAREZ, G. RATTI, S.L.R. LENHARO, H. KAHN, and GARZILLO J.M.F.** (1995) Chemical and physical evaluations of commercial dicalcium phosphates as sources of biologically available phosphorus for broiler chicks. *Poultry Sci.* 74:1659-1670.
- RUCKER, R.B., PARKER, H.E. and ROGLER, J.C.** (1968) Utilization of calcium and phosphorus from hydrous and anhydrous dicalcium phosphates. *J. Nutr.*, 96: 513-518.



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA  
DE CIENCIA AVÍCOLA  
Sección Española de WPSA  
www.wpsa-aeca.es



**THOMPSON, O.J. ARNOLD, R.L., CARLSON, C.W. and PALMER, I.S.** (1970) Effect of source of calcium and phosphate, autoclaving, vitamin D<sub>3</sub> level and strain of turkey poults on the rachitogenic activity of soybean protein. Br. Poultry Sci., 11: 425-431.

**VILJOEN H.** (2001) Utilisation of feed phosphates: Fact or confusion? Adjusted as Published in: Afma Matrix.