

Efecto de la adición de fitasa como fuente de fósforo inorgánico en dietas para gallinas de postura

Effect of the addition to laying hens diets of phytase as an inorganic phosphorous source

Mónica Vallardi González^a, René Morales López^b, Ernesto Ávila González^b

RESUMEN

Se realizó un experimento con el objetivo de evaluar si la adición de una fitasa microbiana en dietas deficientes en fósforo, mejoraba el comportamiento productivo y el grosor del cascarón en gallinas de postura. Se emplearon 144 gallinas Hy Line W-36 de 64 semanas de edad al inicio de la prueba. Se usó un arreglo factorial 2 x 2 en un diseño completamente al azar; siendo un factor el nivel de fósforo inorgánico adicionado en la dieta (0.0 y 0.1 %) y el otro la inclusión de fitasa (0 y 600 unidades de fitasa/kilogramo de alimento). Se utilizaron cuatro tratamientos: T1= dieta basal sorgo y pasta de soya sin adición de una fuente concentrada de fósforo inorgánico; T2= como T1 + 600 unidades de fitasa; T3= dieta basal sorgo + pasta de soya con 0.1 % de fósforo inorgánico y T4= como T3 + 600 unidades de fitasa. Cada tratamiento contó con tres repeticiones de 12 gallinas cada una. Los resultados en 70 días de experimentación, mostraron diferencia significativa ($P < 0.05$) en el porcentaje de postura y en el índice de conversión alimenticia, siendo mejores los resultados obtenidos con la adición de 0.1 % de fósforo inorgánico en la dieta. La adición de 600 unidades de fitasa microbiana mejoró la conversión alimenticia, el porcentaje de postura y el grosor del cascarón en ambas dietas ($P < 0.05$). La mejora en los parámetros productivos pudo deberse no sólo al incremento en la disponibilidad del fósforo sino de otros nutrimentos como energía y otros minerales como calcio.

PALABRAS CLAVE: Fitasa, Fósforo inorgánico, Grosor del cascarón, Comportamiento productivo, Gallina de postura.

ABSTRACT

An experiment was carried out to evaluate the effects of the addition of microbial phytase to phosphorous deficient diets, especially on laying hens performance and eggshell thickness. One hundred and forty four Hy-line W-36, 64 weeks old hens were used and placed in a completely randomized design with a 2 x 2 factorial arrangement. Each treatment had three replications of 12 hens each. Treatments were, T1= sorghum and soybean meal base diet with no concentrated phosphorous aggregate, T2= T1 + 600 phytase units, T3= T1 + 0.1 % inorganic phosphorous and T4= T3+ 600 phytase units. After 70 days results showed a significant difference ($P < 0.05$) in egg laying rate and in feed conversion, being the best results obtained with diets containing 0.1 % inorganic phosphorous. Microbial phytase addition (600 units), improved feed conversion, egg laying rate and eggshell thickness in both diets ($P < 0.05$). Performance improvement could be the effect not only of an increase in available phosphorous but also of other nutrients, such as energy and of other minerals, like calcium.

KEY WORDS: Phytase, Inorganic phosphorus, Eggshell thickness, Performance, Laying hen.

La importancia del uso adecuado del fósforo en dietas para aves radica en que este mineral es uno de los más caros en las raciones; además, cumple funciones esenciales en los procesos metabólicos y del desarrollo estructural del sistema óseo del ave^(1,2,3,4,5,6). En general los granos y las semillas de oleaginosas

The importance of an adequate phosphorous management in poultry diets lies in the fact that this element is one of the most expensive ingredients and besides is part of essential metabolic processes and of bone structure and growth^(1,2,3,4,5,6). Grains and oilseeds in general contain phosphorous in large

Recibido el 1° de marzo de 2001 y aceptado para su publicación el 8 de febrero de 2002.

a BASF Mexicana, S.A. de C.V.

b Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, Salvador Díaz Mirón s/n, México, D.F. 13209. Tel: 58-45-00-29 y 58-45-15-30. Correspondencia y solicitud de separatas al tercer autor.

tienen relativamente altas cantidades de fósforo, no obstante, varios trabajos han mostrado que el contenido de fósforo disponible en los ingredientes de origen vegetal que se emplean en raciones avícolas es de alrededor del 33 %, mientras que el contenido de fósforo fitico es del 67 %⁽⁷⁾. Aunque este valor puede variar en un rango de 32 a 75 % de fósforo fitico, respecto al fósforo total⁽⁸⁾, esto puede ser debido a la presencia de fitasas endógenas presentes en algunas plantas^(8,9). Como consecuencia existe una gran variación en los reportes de la literatura sobre los aportes de fósforo disponible en los ingredientes que se utilizan en las raciones avícolas^(7,10).

En el caso de animales no rumiantes esto representa un problema, debido a que no cuentan con fitasas propias, las cuales hidrolizan el ácido fitico haciendo disponible el fósforo para el animal, además de otros nutrientes secuestrados por el ácido fitico^(10,11,12). Por lo tanto es necesaria la adición de fuentes de fósforo inorgánico en las dietas, y así obtener comportamientos productivos óptimos en las aves en producción (NRC)⁶.

La baja disponibilidad de fósforo en los ingredientes de origen vegetal presenta dos problemas: económicamente el fósforo es el tercer componente más caro en una ración de no rumiantes, después de la energía y la proteína; además en el caso del medio ambiente, una gran concentración del fósforo consumido por el animal es excretado en las heces y la orina del ave, dada su alta indisponibilidad. Estos residuos animales se depositan en el suelo y son lavados y drenados por acción del agua de lluvia contaminando mantos freáticos, arroyos, lagos, ríos y océanos. El exceso de fósforo estimula el crecimiento de algas, las cuales utilizan el oxígeno, deprimiendo la vida acuática y ocasionando la mortalidad de los peces de estos hábitats^(11,12,13).

Los requerimientos de fósforo en gallinas de postura continúa siendo un problema, a pesar de que ha sido sujeto de numerosas investigaciones; el requerimiento de este nutriente varía y no ha sido bien establecido¹⁰. El requerimiento diario de fósforo disponible para gallinas de postura ha sido reducido de 350 mg⁽⁵⁾ a 250 mg⁽⁶⁾; sin embargo estudios recientes indican que el requerimiento de fósforo disponible podría ser menor a 250 mg^(12,14,15).

quantities, however, several studies have shown that available phosphorous content in poultry diet ingredients of vegetable origin is more or less 33 % while that of phytic phosphorous is 67 %⁽⁷⁾. Although phytic phosphorous can vary from 32 to 72 % of total phosphorous⁽⁸⁾, this could be due to the presence of endogen phytases in some plants^(8,9). In consequence, great differences in available phosphorous contribution in poultry diet ingredients are reported^(7,10).

In the case of non-ruminants, who don't possess phytases capable of hydrolyzing phytates, thus increasing phosphorous and other sequestered nutrients availability, this is a problem^(10,11,12). For that reason, other inorganic phosphorous sources need to be added to rations in order to optimize poultry performance (NRC)⁶.

Low phosphorous availability in vegetable diet ingredients lies at the origin of two problems: phosphorous is the third most expensive component after energy and protein and as a pollutant, because phosphorous is excreted in large quantities by poultry due to its high unavailability. Feces and urine are lixiviated from the soil by rain water polluting groundwater, streams, lakes, rivers and oceans. Phosphorous in excess stimulates algae growth, which use oxygen, reducing water life and being a cause for fish mortality^(11,12,13).

Laying hens' phosphorous requirements represent a problem, even though they have been the subject of many studies. Requirements for this nutrient change and haven't been well established⁽¹⁰⁾. Available phosphorous daily requirements for laying hens have been reduced from 350 mg⁽⁵⁾ to 250 mg⁽⁶⁾, however, recent studies have shown that they could be still lower^(12,14,15).

Studies show that for broilers^(7,10) and also for laying hens^(14,15), phosphorous availability increases when exogenous phytases are added to diets. This also is beneficial for the environment, because less phosphorous is excreted^(10,16). In most of the studies on supplementation with phytases, diets based on maize + soybean meal have been used. That is why, the objective of this study was to assess laying hen performance, in sorghum + soybean meal diets

Se ha demostrado que la adición de enzimas fitasas exógenas a las raciones, mejora la utilización del fósforo en pollos de engorda^(7,10) y en gallinas de postura^(14,15); además de provocar una reducción en la eliminación del fósforo al medio ambiente, ya que es mejor aprovechado por el animal^(10,16). En la mayoría de los trabajos que se han hecho con suplementación de fitasas, se han utilizado dietas maíz + pasta de soya, es por esto que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de gallinas de postura, al suplementar fitasas sin adición de una fuente concentrada de fósforo inorgánico en las dietas sorgo + pasta de soya.

El estudio se realizó en el Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Avícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (UNAM). Se utilizó una caseta convencional con 144 gallinas Hy line W-36 de 64 semanas de edad al inicio de la prueba. Se emplearon cuatro tratamientos con tres repeticiones de 12 gallinas, distribuidas completamente al azar: T1= dieta basal sorgo + pasta de soya sin suplementación de una fuente concentrada de fósforo inorgánico; T2= como T1 + 600 FTU (FTU = una unidad de actividad de fitasa, cantidad de enzima que libera por minuto a 1 micromol de fósforo inorgánico de 0.0051 mol/l de fitato sódico a pH 5.5 y 37 °C; Natuphos® 5000; BASF) / kilogramo de alimento; T3= dieta basal sorgo + pasta de soya suplementada con 0.1 % fósforo inorgánico y T4= como T3 + 600 FTU de fitasas / kilogramo de alimento.

La composición de las dietas experimentales empleadas fue a base de sorgo y pasta de soya (Cuadro 1); en el análisis calculado se puede observar que la dieta sin adición de fósforo inorgánico aportó 0.12 % de fósforo disponible y con la adición de fósforo inorgánico (ortofosfato 21 %), 0.22 % de fósforo disponible.

Se usó un diseño factorial 2 x 2; siendo el primer factor el nivel de fósforo inorgánico adicionado, en la dieta (0 y 0.1 %) y el segundo la inclusión de fitasa (0 y 600 FTU).

Se llevaron registros semanales durante diez semanas de los parámetros productivos (porcentaje de

to which no inorganic phosphorous concentrated source was added.

This study was carried out in the Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola of the Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (UNAM). A conventional henhouse was used, in which 144 Hy Line W-36, 64 weeks old

Cuadro 1. Composición porcentual y aportes nutricionales de las dietas experimentales, para las gallinas de postura

Table 1.- Experimental diet composition and nutritional contribution for laying hens

	<i>Inorganic phosphorous level (%)</i>	
	0	0.1
<i>Ingredients:</i>		
Sorghum	61.728	59.818
Soybean meal (46 %)	24.680	24.790
Calcium carbonate (38 %)	10.590	10.380
Vegetable oil	1.910	2.090
Orthophosphate (21 %)	-	0.470
Salt	0.387	0.387
Vitamins pre-mixture*	0.250	0.250
Minerals pre-mixture*	0.060	0.060
DL- Methionine (99 %)	0.150	1.510
Pigment	0.100	0.100
Bacitracin	0.050	0.050
Choline chloride (60 %)	0.040	0.040
Fungicide	0.030	0.030
Antioxidant	0.025	0.025
<i>Nutrient: Calculated</i>		
Crude protein, %	16.50	16.50
EM Kcal/kg	2750	2750
Lysine	0.843	0.845
Methionine + cystine	0.650	0.650
Total calcium, %	3.900	3.900
Available phosphorous**	0.120	0.220

* Vitamins and minerals per kg: Vitamin A(4,000 MUI), Vitamin D3(1,1000 MUI), Vitamin E(4,000 MUI), Vitamin K₃(0.9 g), Vitamin B1(0.5 g), Vitamin B2(2.0 g), Vitamin B6(0.5 g), Vitamin B12(4.0 mg), Folic Acid(0.2 g), Biotin(20.0 mg), Pantothenic acid(6.0 g), Niacin(0.9 g), Iron(110 g), Zinc(50 g), Manganese(110 g), Copper(12 g), Iodine(0.30 g), Selenium(100 mg), Cobalt(0.20 g) Antioxidant(10.0 g).

** Estimates based on available phosphorous in sorghum and soybean paste (NRC tables,1994)⁽⁶⁾.

postura, consumo de alimento, peso de huevo, conversión alimenticia). También se hizo la medición del grosor del cascarón, con un micrómetro marca Ames; tomando como referencia la región del ecuador del huevo, sin separar las membranas del cascarón en seis huevos por réplica de cada tratamiento, el último día de experimentación.

El análisis estadístico de los resultados obtenidos en 70 días de experimentación, no mostró efectos significativos ($P > 0.05$) para la interacción entre inclusión de fósforo inorgánico y la adición de fitasa. En el Cuadro 2, se observan los datos promedio de las variables estudiadas. Para el porcentaje de postura y el índice de conversión, fueron mejores ($P < 0.05$) los resultados al suplementar 0.1 % de fósforo inorgánico en la dieta. En el peso de huevo, consumo de alimento y grosor del cascarón, no se encontró efecto a la adición de fósforo. También se apreció que la adición de 600 FTU mejoró el porcentaje de postura, la conversión alimenticia y el grosor del cascarón.

Los resultados demuestran que el caso de aquellas dietas a las cuales fue adicionado 0.1 % de fósforo inorgánico (0.22 % de fósforo disponible), fueron mejores en el porcentaje de postura e índice de conversión, con respecto a aquellas dietas sin adición de fósforo inorgánico (0.12 % de fósforo disponible). Estos resultados coinciden con trabajos publicados de Van der Klis *et al.*⁽¹⁵⁾ quienes concluyeron que dietas de gallinas que contenían 0.12 % de fósforo disponible no eran suficientes para mantener un óptimo comportamiento productivo en gallinas de postura⁽¹²⁾. Los signos más comunes de una deficiencia de fósforo en gallinas de postura se traducen en reducción de la producción^(1,6).

La adición de fitasa microbiana mejoró la conversión alimenticia y el porcentaje de postura en dietas deficientes en fósforo disponible, ocasionado por no adicionar fósforo inorgánico. La adición de fuentes de fósforo inorgánico o enzimas de origen microbiano como las fitasas, son capaces de aumentar la concentración y disponibilidad del fósforo en la dieta, y de esta manera cubrir los efectos adversos o signos de deficiencia de fósforo en gallinas de postura^(1,12,14). Gordon y Roland⁽¹⁶⁾ concluyen que 0.1 % de fósforo disponible no fue adecuado para

hens (at the beginning of the experiment), were placed. Four treatments (T1= sorghum and soybean meal base diet with no concentrated phosphorous aggregate, T2= T1 + 600 FTU per feed kg, T3= T1 + 0.1 % inorganic phosphorous and T4= T3+ 600 FTU per feed kg) with three replications of 12 hens each were set, and distributed completely at random. A phytase activity unit (FTU) is equivalent to the amount of enzyme which frees 1 micromol of inorganic phosphorous from a sodium phytate 0.0051 mol per liter solution, and a pH of 5.5 at 37 °C; Natuphos[®] 5000 BASF). A factorial 2x2 experimental design was used, being a first factor the inorganic phosphorous level added (0 % and 0.1 %) and a second, phytase (0 FTU and 600 FTU).

The composition of the experimental diets which were used was based on sorghum and soybean meal (Table1). When inorganic phosphorous (Orthophosphate 21 %) was added, the contribution of available phosphorous in the diet was 0.22 % while without inorganic phosphorous, this contribution was 0.12 %.

Records for productive parameters (egg laying rate, feed intake, egg weight, feed conversion) were kept for ten weeks. Egg thickness was measured on the last day of the experiment with an Ames micrometer, taking the equator as a reference area, in six eggs per replication and without separating eggshell membranes.

Statistical analysis of the results didn't show significant effects ($P > 0.05$) for the interaction between inorganic phosphorous inclusion and the addition of phytase. In Table 2, average data for these variables can be seen. Better results were obtained for egg laying rates and feed conversion ($P < 0.05$) when diets were supplemented with 0.1 % inorganic phosphorous. No significant effects due to inorganic phosphorous were found for egg weight, feed intake or eggshell thickness. When 600 FTU were added, egg laying rate, feed conversion and eggshell thickness showed improvement.

Results for diets added with 0.1 % inorganic phosphorous (0.22 % available phosphorous) show better egg laying rates and feed conversion than those to which no inorganic phosphorous was added (0.12 % available phosphorous). These results are

Cuadro 2. Efecto de la fitasa y fósforo inorgánico, sobre el comportamiento productivo en gallinas hy line w-36

Table 2. Effect of phytase and inorganic phosphorous on Hy Line W-36 hen performance

	Phytase (FTU)		Average
	0	600	
	<i>Egg laying rate (%)</i>		
Inorganic phosphorous (%):			
0.12	64.7	70.0	67.3 ± 1.71 a
0.22	72.0	74.3	73.1 ± 1.43 b
Average	68.3 ± 2.06 a	72.1 ± 1.63 b	
	<i>Egg weight (g)</i>		
Inorganic phosphorous (%):			
0.12	60.9	59.8	60.1 ± 1.13
0.22	61.7	61.5	60.8 ± 1.12
Average	61.3 ± 1.13	60.6 ± 1.70	
	<i>Feed intake (g/hen/day)</i>		
Inorganic phosphorous (%):			
0.12	98.3	99.6	98.9 ± 1.83
0.22	102.4	100.3	101.3 ± 1.90
Average	100.3 ± 2.05	99.9 ± 1.83	
	<i>Feed efficiency</i>		
Inorganic phosphorous (%):			
0.12	2.61	2.35	2.32 ± 0.05 a
0.22	2.33	2.31	2.48 ± 0.04 b
Average	2.47 ± 0.06 b	2.33 ± 0.05 a	
	<i>Eggshell thickness (mm)</i>		
Inorganic phosphorous (%):			
0.12	0.334	0.340	0.337 ± 0.006
0.22	0.324	0.346	0.335 ± 0.007
Average	0.329 ± 0.006 a	0.343 ± 0.006 b	

ab Values showing different literals within lines indicate significant differences ($P < 0.05$).

mantener un buen comportamiento productivo, pero que la adición de fitasas en la dieta, aliviaba las deficiencias observadas al adicionar 0.1 % de fósforo disponible.

En el grosor del cascarón se observó una mejor respuesta entre tratamientos en las dietas adicionadas con fitasas. Recientemente Um y Paik⁽¹⁷⁾ encontraron que el comportamiento productivo y el grosor del cascarón de gallinas alimentadas con dietas que contenían 0.24 y 0.12 % de fósforo disponible y fitasas, fueron mayores o iguales que las del grupo testigo alimentado con una dieta que contenía 0.37 % de fósforo disponible sin adición de fitasas.

in coincidence with those reported by Van der Kils *et al*⁽¹⁵⁾, who concluded that diets which contained 0.12 % available phosphorous were unable to keep an optimum performance in laying hens⁽¹²⁾. The most common signs of a phosphorous deficiency in laying hens result in a decrease in production^(1,6).

The addition of microbial phytase improved feed conversion and egg laying rate for available phosphorous deficient diets. When inorganic phosphorous or microbial enzymes such as phytases are added, phosphorous concentration and availability can be improved, thus removing phosphorous deficiency adverse effects or signs in laying hens^(1,12,14).

La información obtenida indica que la adición de una fitasa microbiana a dietas de gallinas de postura puede sustituir un 0.1 % del fósforo inorgánico de la ración, debido a que esta enzima es capaz de liberar parte del fósforo presente en forma de ácido fítico de los ingredientes.

Se concluye que la adición de una fitasa microbiana a una dosis de 600 FTU/kilogramo de alimento, fue suficiente para mejorar los signos de deficiencia (aumento de la conversión alimenticia, disminución del porcentaje de postura y del grosor del cascarón) en dietas deficientes en fósforo disponible (0.12 % de la dieta) y sin inclusión de una fuente concentrada de fósforo inorgánico. La mejora en los parámetros productivos pudo deberse no sólo al incremento en la disponibilidad de fósforo sino de otros nutrimentos como energía y otros minerales como calcio, lo cual no fue determinado en este trabajo.

LITERATURA CITADA

1. Cuca GC, Ávila GE, Pro MA. Alimentación de las aves. 8ª ed. Chapingo, Edo. de México: Universidad Autónoma de Chapingo; 1996.
2. Scott ML, Nesheim MC, Young JR. Nutrition of the chicken. 3rd ed. New York: Scott & Associates; 1982.
3. Lesson SDG, Summers JD. Commercial poultry nutrition. 2nd ed. Guelph, Ontario Canada: University Books; 1997.
4. D' Mello FPJ. Farm animal metabolism and nutrition. New York, USA; CABI publishing; 2000.
5. NRC. National Research Council. Nutrient requirements of poultry. 8th ed. Washington, DC, USA: National academy press; 1984.
6. NRC. National Research Council. Nutrient requirements of poultry. 9th ed. Washington, DC, USA: National academy press; 1994.
7. Rao RVS, Reddy RV, Reddy RV. Enhancement of phytate phosphorus availability in diets of commercial broilers and layers. *Anim Feed Sci Tech* 1999;79:211-222.
8. Rao RVS, Reddy RV, Reddy RV. Non-phytin phosphorus requirements of commercial broilers and white Leghorn layers. *Anim Feed Sci Tech* 1999;80:1-10.
9. Boling DS, Douglas WM, Shirley BR, Parsons MC, Koelkebeck WK. The effects of various levels of phytase and available phosphorus on performance of laying hens. *Poultry Sci* 2000;79:535-538.
10. Boling DS, Douglas WM, Johnson ML, Wang MC, Parsons MC, Koelkebeck WK, Zimmermant. The effects of dietary available phosphorus levels and phytase on performance of young and older laying hens. *Poultry Sci* 2000;79:224-230.
11. Nelson ST. The utilization of phytate phosphorus by poultry – A review. *Poultry Sci* 1967;46:862-871.
12. Maenz DD, Classen LH. Phytase activity in the small intestinal brush border membrane of the chicken. *Poultry Sci* 1998;77:557-563.
13. Keshavarz K. Nonphytate phosphorus requirements of laying hens with and without phytase on a phase feeding program. *Poultry Sci* 2000;79:748-763.
14. Carlos BA, Edwards Jr MH. The effects of 1,25-Dihydroxycholecalciferol and phytase on the natural phytate phosphorus utilization by laying hens. *Poultry Sci* 1998;77:850-858.
15. Van Der Klis JD, Versteegh JAH, Simons MCP, Kies KA. The efficacy of phytase in corn – soybean meal based diets for laying hens. *Poultry Sci* 1997;76:1535-1542.
16. Gordon WR, Roland Sr AD. Influence of supplemental phytase on calcium and phosphorus utilization in laying hens. *Poultry Sci* 1998;77:290-294.
17. Um JS, Paik IK. Effects of microbial phytase supplementation on eggshell quality and mineral retention of laying hens fed different levels of phosphorus. *Poultry Sci* 1999;78:75-79.

End of english version