Superdosificación de fitasas ¿mito o realidad?

M.F. Soto-Salanova, C. L. Walk y T. York

AB Vista, Marlborough, Wiltshire United Kingdom SN8 4AN

La adición de fitasas a las dietas de avicultura mejora la utilización del calcio (Ca) y el fósforo (P) a través de la destrucción del fitato (IP6), permitiendo así reducir el fostato inorgánico que se añade a las dietas. La utilización de fitasa en avicultura es una práctica generalizada a nivel mundial: se considera que más del 95% de las dietas de avicultura que se producen en el mundo llevan una fitasa, que se ha añadido con dos objetivos principales: por una parte, obtener un abaratamiento en los costes de producción, y, por la otra, reducir los niveles de excreción de P. Esta forma de adicionar fitasa, que en general supone adicionar alrededor de 500 FTU/kg de pienso, es lo que llamamos "adición estándar".

Superdosificar ("superdosing") es un término relativamente nuevo que se utiliza para describir la suplementación con fitasa a más de 1,500 FTU/kg (Walk *et al.*, 2014) o de 2,500 FTU/kg (Adeola y Cowieson, 2011). El interés en este concepto, introducido en 2012, sigue aumentando rápidamente. Y ello es debido a que su aplicación, mediante la mejora en la digestión y la utilización de nutrientes, conlleva mejoras de 3-5 puntos en el índice de conversión (Walk *et al.*, 2013, 2014). Esto se consigue mediante la rápida y casi completa destrucción del IP6 y la provisión de inositol (Adeola y Cowieson, 2011; Walk *et al.*, 2014). A través de esta casi completa destrucción del IP6, se libera aún más P de la molécula de fitato, y otros nutrientes, como el hierro (Fe), el cinc (Zn), el cobre (Cu), o el sodio (Na) se hacen también más disponibles para el animal. Además, las mejoras en eficiencia digestiva ayudan a disminuir los problemas de camas húmedas y de pododermatitis - íntimamente relacionados ambos como consecuencia de un menor contenido de humedad en la excreta. Por todo ello, la superdosificación de fitasa podría jugar en realidad varios papeles en una producción avícola sostenible. Cuando hablamos de sostenibilidad en avicultura, hablamos de mejoras en el índice de conversión y en la utilización de minerales, pero también de calidad de productos avícolas, con especial consideración a los problemas relacionados con un crecimiento rápido, minerales e incluso a las miopatías en la pechuga.

Índice de conversión

Superdosing fitasa se ha definido como la práctica de adicionar fitasa entre x3 y x4 veces la dosis estándar, y sin aplicar la matriz de formulación completa. Numerosos datos publicados hasta el momento muestran que la adición de entre 1000 y 1500 FTU/kg de fitasa a dietas de pollos broiler mejora de forma significativa el índice de conversión de pollos de 35- (Santos *et al.*, 2013) o 49 días de edad (Walk *et al.*, 2013; Tabla 1). En esos trabajos, no se observó, sin embargo, efecto significativo alguno de la utilización de superdosis de fitasa sobre el consumo o la ganancia de peso (Santos *et al.*, 2013; Walk *et al.*, 2013, 2014), ni tampoco de la adición a mayores de más P inorgánico sobre el crecimiento o el índice de conversión (Walk *et al.*, 2013, 2014). Es por ello que el efecto de la superdosificación de fitasas sobre el IC pueda definirse como "extra-fosfórico" y que se haya relacionado con la casi completa degradación de fitato a inositol en la molleja (Walk *et al.*, 2014; Tabla 1).

Tabla 1. Influencia de la superdosis de fitasa sobre los resultados productivos de pollos broiler entre 1 y 49 días de edad, y sobre la concentración de fitato e inositol en la molleja a día 21

Dietas experimentales	Consumo[1], g	Ganancia de peso[1], g	IC[1], g:g	Fitato (IP6) en molleja[2], µmol/g	Inositol en molleja[2], µmol/g
CP[3]	6.371	3.475	1,835[ab]	2,85[ab]	0,91[c]
CP + PO_4 bicálcico	6.444	3.453	1,868[a]	3,93[a]	0,88[c]
CP + 500 FTU/kg	6.430	3.539	1,817[bc]	0,21[c]	1,15[bc]
CN[4]	6.240	3.462	1,834[ab]	1,91[b]	1,21[b]
CN + 500 FTU/kg	6.344	3.497	1,815[bc]	0,04[d]	1,57[b]
CN + 1,000 FTU/kg	6.378	3.529	1,808[bc]	0,00[d]	2,12[a]
CN + 1,500 FTU/kg	6.350	3.551	1,790[c]	0,00[d]	2,22[a]
SEM	81	55	0,015	0,02	0,10
Valor de P	0,69	0,80	0,01	0,0001	0,0001

[1]Adaptado de Walk *et al.*, 2013.
[2]Adaptado de Walk *et al.*, 2014.
[3]Control positivo, nutrientes adecuados según recomendaciones de la casa genética.
[4]Control negativo, nutrientes adecuados según recomendaciones de la casa genética, a excepción del Ca, el P disponible, y el Na, que se redujeron en un 0,16, 0,15 y 0,03%, respectivamente.

En el caso de pavos y patos, estudios recientes llevados a cabo en Europa (datos no mostrados) confirman una mejora de entre 3 y 5 puntos en el índice de conversión, unida en ocasiones a un aumento del 4% en el peso vivo de los animales en distintas fases del crecimiento cuando se superdosifica la fitasa a niveles entre x3 y x4 veces la dosis estándar.

Utilización de nutrientes

El fitato tiene una gran capacidad para formar quelatos, especialmente con cationes, atraídos por la alta carga negativa del IP6. De forma parecida a lo que ocurre con las cargas positivas y negativas en el caso de los imanes, el IP6 atrae a los minerales cargados positivamente, como el Fe (Yu *et al.*, 2012), el Zn, y el Ca (Xu *et al.*, 1992) y los hace indisponibles para su digestión y absorción por el animal. También las proteínas (Kies *et al.*, 2006) y los aminoácidos se ven claramente afectados por esta capacidad quelante del fitato. Cowieson *et al.* (2006), utilizando dietas sintéticas sin o con niveles bajos (0,5 g/kg) o altos (1 g/kg) de ácido fítico, estudiaron el efecto del fitato sobre la digestibilidad de los aminoácidos. La respuesta mayor se observó entre la dieta sin o con un nivel bajo de ácido fítico, probando así que incluso a niveles bajos, el fitato reduce de forma significativa la digestibilidad de los aminoácidos. Cuando hablamos de IP6 y de minerales (u otros nutrientes) nos referimos en general al fitato intacto con los 6 ésteres de fosfato. Sin embargo, a medida que la fitasa actúa sobre el IP6, se van formando ésteres menores, como el IP5, el IP4 y el IP3 (Greiner *et al.*, 1993). Estos ésteres se consideran tradicionalmente inocuos y con menos efecto anti-nutritivo que el IP6. Sin embargo, puede que esto no sea totalmente cierto, y de hecho, se ha visto que los ésteres de fitato menores modifican la actividad de la pepsina (Yu *et al.*, 2012) y la solubilidad del Cu (Persson *et al.*,

1998), el Zn y el Ca (Xu *et al.*, 1992), lo que en consecuencia puede afectar a su utilización por el animal.

Además, mediante la utilización de fitasa a la dosis estándar, una cantidad importante de IP6 se degrada hasta formar IP4 mediante la eliminación de dos grupos fosfato (Greiner *et al.*, 1993; Yu *et al.*, 2012). Como mencionado previamente, este recién producido IP4 puede considerarse también un anti-nutriente, ya que el IP4 tiene la capacidad de ligar minerales y pepsina, si bien no en la misma medida que el IP6. Mediante el uso de superdosis de fitasa se produce una rápida y casi completa destrucción del IP6, sin efecto (Walk *et al.*, 2014) o con una reducción notable en la concentración de IP4 (C. Walk y D. Ledoux, sin publicar; Tabla 2) en la molleja.

Tabla 2. Influencia de la dosis de fitasa sobre la concentración de fitato, ésteres de fitato e inositol en la molleja de pollos de 21 días de edad

Dietas Experimentales	IP6, µmol/g	IP5, µmol/g	IP4, nmol/g	Inositol, µmol/g
CP[1]	4,66[b]	0,55[b]	69,63[b]	0,36[c]
CN[2]	5,71[a]	0,67[a]	17,75[b]	0,45[c]
CN + 150 FTU	0,20[c]	0,05[c]	307,4[a]	0,90[b]
CN + 1,500 FTU	0,07[c]	0,02[c]	0,63[b]	2,40[a]
SEM	0,22	0,03	90,2	0,07
Valor de P	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

[1] Control positivo, nutrientes adecuados según las recomendaciones de la casa genética.
[2] Control negativo, nutrientes adecuados según las recomendaciones de la casa genética con la excepción del Ca y del P disponible, reducidos en un 0,12 y un 0,07%, respectivamente.

En comparación con la utilización de dosis de fitasa estándar, otros autores han publicado mejoras significativas, no sólo en la utilización del P (Beeson *et al.*, 2015, 2016) sino también en la utilización de otros micro-minerales (Pirgozliev *et al.*, 2008; Rutherfurd *et al.*, 2012) y en el contenido de minerales en hueso (Williams et al., 2014) mediante la utilización de superdosis de fitasa. En el caso de las ponedoras, Soto-Salanova *et al.* (2013) confirmaron un aumento significativo (P, Zn) o numérico (Ca y Fe, e incluso Se) de distintos minerales en la yema de huevo al superdosificar fitasa en la dieta de gallinas alimentadas con bajos niveles de fósforo.

Estos resultados confirman los de anteriores informes que afirmaban que la fitasa podía mejorar la utilización de micro- y macro-minerales, y que la utilización de superdosis de fitasa resulta en una rápida destrucción de IP6 y de IP4. Esto puede ser beneficioso al mejorar aún más la utilización de minerales, incluido el P, permitiendo así una reducción adicional en el P inorgánico de la dieta (Gomes *et al.*, datos no mostrados) o incluso una reducción de otros micro-minerales añadidos. Estas mejoras en la utilización de minerales son importantes si pensamos en el aumento en los costes de los piensos de avicultura, el futuro de la suplementación mineral en las dietas de avicultura y la excreción al medio ambiente, especialmente de Zn y Cu, y el uso de estos micro-minerales para ayudar en los sistemas de producción libres de antibióticos (EFSA, 2014, 2015).

Calidad de carne

El número de incidencias de defectos en la carne de pechuga se ha hecho más y más aparente en los últimos años. Algunas de las miopatías con cada vez más presencia en el mercado incluyen la pechuga leñosa (Wooden breast, WB), que se caracteriza por áreas pálidas y duras en el músculo, y la pechuga estriada (White striping, WS), estrías blancas que aparecen en la superficie del músculo (Sihvo et al., 2013). Estas anomalías, asociadas a mejoras genéticas para optimizar los resultados productivos, el rendimiento de pechuga o los índices de conversión, podrían verse afectadas por la adición de fitasa, relacionada también con estos índices productivos. Datos no mostrados recogidos en Italia en 2014 indicaron que la utilización de alguna fitasa disminuía el número de casos más agudos de WB y WS, incluso de cohesión de la carne. Por ello, y para evaluar el efecto del superdosing de fitasa sobre la incidencia de WS y WB en pollos, se llevaron a cabo tres pruebas. Los resultados indican que la incidencia de WS y WB no se vio significativamente afectada por el superdosing, y mientras que la incidencia de WB era menos prevalente que la de WS, superdosificar la fitasa redujo los casos más agudos de WB en aproximadamente 25% (Tabla 3; T. York y C. Walk, sin publicar) y podría llegar hasta un 50% en condiciones de campo.

Tabla 3. Influencia de "superdosificar" fitasa sobre la incidencia de pechugas estriadas (WS) y pechugas leñosas (WB) en pollos

Fitasa, FTU/kg		Incidencia de WS, %			Incidencia de WB, %		
		No	Moderada	Severa	No	Moderada	Severa
Prueba 1							
500		23,2	34,5	43,2	35,9	49,6	14,5
1.500		27,8	33,0	39,2	38,5	51,1	10,4
Prueba 2							
500		1,6	84,3	14,2	41,7	48,8	9,5
1.500		0,0	84,3	15,7	44,1	48,8	6,4
Prueba 3							
500		40,2	46,4	13,4	66,1	25,0	4,5
1.500		44,6	46,4	8,9	65,2	25,0	4,9
Media de 3 pruebas							
500		21,7	55,1	23,6	47,9	41,1	9,5
1.500		24,1	54,6	21,3	49,3	41,6	7,2

Aunque la etiología del WS y el WB es aún desconocida, estamos probablemente hablando de un origen multifactorial, asociado sobre todo a un crecimiento demasiado rápido del músculo de la pechuga (Russo *et al.*, 2015) y a una falta de nutrientes en la zona, lo que provoca una necrosis y una infiltración de células inmunitarias (Sihvo *et al.*, 2013). Llegado un momento, las fibras del músculo son remplazadas con tejido granulado o tejido conjuntivo rico en colágeno, lo que resulta en la aparición de esas estrías blancas, lesiones de WB y un mayor contenido en grasa del músculo (Sihvo *et al.*, 2013). Dadas las mejoras reportadas en la utilización del Zn y el Fe con la superdosificación de fitasa, podríamos plantear la hipótesis de que la reducción en la incidencia de los casos agudos de WB puede deberse a la provisión de minerales relacionados con el oxígeno y la capacidad antioxidante

en los tejidos. De hecho, efectos de este tipo en avicultura y porcino comienzan a aparecer ahora en la literatura científica.

Conclusiones

En conclusión, superdosificar fitasa resulta en una destrucción casi completa de IP6, una reducción en los niveles de IP4 y un aumento en inositol. Esta eliminación de IP6 y de los ésteres menores de fitato se había asociado hasta ahora con mejoras observadas en los índices de conversión. Datos recientes sugieren que la utilización de superdosis de fitasa proporciona mejoras adicionales en la utilización de minerales, especialmente del P, el Zn y el Fe. Estas mejoras podrían implicar: 1. Una reducción ulterior del P inorgánico de la dieta, 2. Una mejora del estado antioxidante del animal, con una reducción concomitante en la incidencia de miopatías agudas en la pechuga, o 3. Una mejora en la utilización de minerales muy relacionados con el medio ambiente, como el Zn o el Cu, por lo que la aplicación de superdosis de fitasa permitiría optimizar de forma clara la formulación de estos nutrientes en la dieta.

Referencias

Adeola, O. y A. J. Cowieson. 2011. Board-Invited Review: Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. J. Anim. Sci. 89:3189-3218.

Beeson, L., C. L. Walk, M. R. Bedford, y O. Olukosi. 2015. Total tract retention and phytate hydrolysis in broiler diets deficient in available phosphorus and calcium with phytase. Poult. Sci. 94(E-Suppl. 1; 275).

Beeson, L., C. L. Walk, P. Hastie, M. R. Bedford, y O. Olukosi. 2016. Phytate hydrolysis with regular and high levels of phytase and available phosphorus on growth performance and nutrient utilization. Abstract M64 page 19. 2016 International Poultry Scientific Forum, January 25-26, Atlanta, GA.

Cowieson, A. J., T. Acamovic and M. R. Bedford. 2006. Supplementation of corn-soy-based diets with an Escherichia coli derived phytase: Effects on broiler chick performance and the digestibility of amino acids and metabolizability of minerals and energy. Poult. Sci. 85:1389–1397.

European Food Safety Authority (EFSA). 2014. Scientific opinion on the potential reduction of the currently authorized maximum zinc content in complete feed. EFSA J. 12:3668.

European Food Safety Authority (EFSA). 2015. Scientific opinion on the safety and efficacy of copper compounds (E4) as feed additives for all animal species (cupric acetate, monohydrate; basic cupric carbonate, monohydrate; cupric chloride, dehydrate; cupric oxide; cupric sulphate, pentahydrate; cupric chelate of amino acids, hydrate; cupric chelate of glycine, hydrate), based on a dossier submitted by FEFANA asbl. EFSA J. 13:4057.

Greiner, R., U. Konietzny, y K.D. Jany. 1993. Purification and characterization of two phytases from Escherichia coli. Arch. Biochem. Biophys. 303:107-113.

Karadas, F., V. Pirgozliev, A. C. Pappas, T. Acamovic, y M. R. Bedford. 2009. Effects of different dietary phytase activities on the concentration of antioxidants in the liver of growing broilers. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 94:519-526.

Kies, A.K., De Jonge, L., Kemme, P.A., and A.W. Jongbloeds. 2006. Interaction between Protein, Phytate, and Microbial Phytase. In Vitro Studies. J. Agric. Food Chem. 2006, 54, 1753-1758.

Persson, H., M. Turk, M. Nyman, y A.S. Sandberg. 1998. Binding of Cu, Zn and Cd to inositol tri-, tetra-, penta- and hexaphosphates. J. Agric. Food Chem. 46:3194-3200.

Pirgozliev, V., O. Oduguwa, T. Acamovic, y M. R. Bedford. 2008. Effects of dietary phytase on performance and nutrient metabolism in chickens. Br. Poult. Sci. 49:144-154.

Russo, E. M. Drigo, C. Longoni, R. Pezzotti, P. Fasoil, y C. Recordati. 2015. Evaluation of white striping prevalence and predisposing factors in broilers at slaughter. Poult. Sci. 94:1843-1848.

Rutherfurd, S. M., T. K. Chung, D. V. Thomas, M. L. Zou, y P. J. Moughan. 2012. Effect of a novel phytase on growth performance, apparent metabolizable energy and the availability of minerals and amino acids in a low-phosphorus corn-soybean meal diet for broilers. Poult. Sci. 91:1118-1127.

Santos, T. T., S. Srinongkote, M.R. Bedford, y C.L. Walk. 2013. Effect of high phytase inclusion rates on performance of broilers fed diets not severely limited in available phosphorus. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 26:227-232.

Sihvo, H. K., K. Immonen, y E. Puolanne. 2013. Myodegeneration with fibrosis and regeneration in the pectoralis major muscle of broilers. Vet. Path. 51:619-623.

Soto-Salanova, M.F., T.T. Dos Santos, D. Camacho-Fernández y E. Avila. 2013. High phytase levels increase mineral deposition in egg yolks. XV European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products. September 15-19, 2013. Verona, Italy.

Stahl, C. H., Y. M. Han, K. R. Roneker, W. A. House, y X. G. Lei. 1999. Phytase improves iron bioavailability for hemoglobin synthesis in young pigs. J. Anim. Sci. 77:2135-2142.

Walk, C.L., M.R. Bedford, T.T. Santos, D. Paiva, J.R. Bradley, H. Wladecki, C. Honaker, y A.P. McElroy. 2013. Extra-phosphoric effects of superdoses of a novel microbial phytase. Poult. Sci. 92:719-725.

Walk, C.L., T.T. Santos, y M.R. Bedford. 2014. Influence of superdoses of a novel microbial phytase on growth performance, tibia ash, and gizzard phytate and inositol in young broilers. Poult. Sci. 93:1172-1177.

Williams, C.L., S.E. Watkins, y C.L. Wyatt. 2014. Dietary phytate and phytase level interactions on performance in 18-day-old broilers. Poult. Sci. 93(E-Suppl. 1; 184).

Xu, P., J. Price, A. Wise, y P. J. Aggett. 1992. Interaction of inositol phosphates with calcium, zinc, and histadine. J. Inorg. Biochem. 47:119-130.

Yu, S., A.J. Cowieson, C. Gilbert, P. Plumstead, y S. Dalsgaard. 2012. Interactions of phytate and myo-inositol phosphate esters (IP1-5) including IP5 isomers with dietary protein and iron and inhibition of pepsin. J. Anim. Sci. 90:1824-1832.