

Efecto de una fitasa microbiana, procedente de la levadura *Pichia pastoris*, en el comportamiento productivo y la excreción de nutrientes de cerdos en crecimiento

Mayuly Martínez, M. Castro, Lázara Ayala, Sobeida Castañeda, J. Achang y Mabel Almeida

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana

Correo electrónico: mayulym@ica.co.cu

Se seleccionaron aleatoriamente 128 cerdos mestizos (L35 x YL) en crecimiento para evaluar el efecto de una fitasa microbiana (Quantum), procedente de la levadura *Pichia pastoris*, en los indicadores productivos y en la asimilación del fósforo. Los animales consumieron dos dietas de forma restringida: 1) control : concentrado de maíz y soya y 2) dieta experimental : concentrado de maíz y soya (ajustado nutricionalmente por la matriz de la enzima) + fitasa Quantum 500 U/kg. El peso vivo (24.96 kg y 26.13 kg), las ganancias de peso (325 g y 348 g) y la conversión difirieron entre tratamientos (2.18 y 2.39) a favor del uso de la enzima. La excreción de fósforo total (Pt), fósforo fítico (Pf), calcio (Ca) y nitrógeno (N) se redujo significativamente en el tratamiento con la fitasa. La retención aparente aumentó de forma significativa para el Pt, el Pf y el N, al utilizar la fitasa microbiana en la dieta de los cerdos en estudio. Se concluye que el empleo de 500 U/kg de la fitasa Quantum en dietas para cerdos en crecimiento incrementa la eficiencia en la utilización del alimento, sin trastornos en el comportamiento productivo, reduce la excreción de Pt, Pf, Ca y N por incremento en su retención y produce mayores ventajas económicas, con ahorro de 78.86 USD/t peso vivo y 117.55 USD/t canal.

Palabras clave: *comportamiento productivo, cerdos en crecimiento, enzima fitasa, excreción nutrientes.*

La utilización de enzimas que aumenten la digestibilidad del fósforo orgánico (fitasas) es un medio eficaz para reducir la excreción de este mineral. Los cerdos solo pueden digerir de forma natural un tercio del fósforo contenido en las plantas; el resto lo excretan en las heces.

En las dietas de origen vegetal, el fósforo disponible, además de no responder a las necesidades de los animales, contribuye de forma significativa al aumento de la carga contaminante de las deyecciones porcinas (Kim y Lei 2005).

La producción porcina se ve afectada, cada vez en mayor medida, por la influencia de agentes externos al proceso productivo, por lo que es necesario reducir los efectos contaminantes producidos por la excreción de nutrientes, como es el caso del fósforo en los sistemas intensivos de producción (Pomar *et al.* 2005).

En estudios acerca de la nutrición de animales monogástricos, las fitasas son las enzimas que más se conocen. Sin embargo, estas constituyen menos de 20 % del total de las enzimas comerciales que se utilizan en estas especies (Bedford 2004).

Hasta la década del 90, la utilización de las fitasas estuvo limitada por su alto precio. Sin embargo, los problemas de contaminación ambiental, la reducción de los costos de producción por la aplicación de nuevas tecnologías y la consideración por parte de los nutricionistas de otros efectos adicionales (mejora en la absorción de Ca, Zn, Mg y aminoácidos) han propiciado que su empleo sea común. En la comunidad europea, además del beneficio económico, las regulaciones ambientales de producción hacen que la utilización de enzimas sea prácticamente obligatoria (Mroz 2003).

Uno de los inconvenientes que impiden la mayor utilización de las fitasas es su inactivación a temperaturas

de peletización, aunque en la actualidad existen tecnologías de producción de fitasas termorresistentes (Torrallardona 2004). Este es el caso de la inclusión de la enzima Quantum 2500 D, procedente de la levadura *Pichia pastoris*, que tiene una matriz nutricional para animales monogástricos que les permite reducir la suplementación de fósforo inorgánico y elevar la utilización del fósforo contenido en los nutrientes con efecto ambiental favorable.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de esta enzima en los indicadores productivos y en la asimilación del fósforo en dietas para cerdos en crecimiento.

Materiales y Métodos

Se utilizaron 128 cerdos mestizos (L35 x YL) en crecimiento, distribuidos en dos tratamientos, según diseño de bloques al azar, con ocho réplicas (corrales) de 8 cerdos cada una. Los animales se alojaron en corrales tipo flat deck. Se restringió el consumo de alimento a 1.20 kg promedio en la etapa y el consumo de agua fue a voluntad. Se utilizó una dieta base de maíz-soya (tabla 1), balanceada según NRC (1998), y una experimental donde se aplicó la matriz nutricional de la fitasa (Quantum 2500 D, obtenida a partir de la levadura *Pichia pastoris*) a razón de 500 U/kg (200 g/t) de alimento.

Los indicadores productivos evaluados en las siete semanas de experimento fueron: peso vivo inicial y peso vivo final. A partir de éstos se calculó la ganancia de peso vivo y la conversión alimentaria.

Durante el período en estudio se realizaron 10 muestreos aleatorios de pienso. A los 20 d se tomaron cuatro animales por tratamiento y se colocaron durante 10 d en jaulas individuales de metabolismo. La

Tabla 1. Composición y aporte calculado de las dietas en base seca

Composición, %	Control	Dieta experimental
Maíz	67.17	67.94
Soya	30.00	30.00
Fosfato dicálcico	1.30	0.55
Carbonato de calcio	0.50	0.50
Premezcla	0.50	0.50
Colina	0.14	0.14
Sal común	0.25	0.25
Lisina	0.14	0.12
Análisis calculado, %		
PB	20.60	20.78
EM, MJ/kg	13.95	14.18
Ca	0.81	0.84
P disponible	0.32	0.32
Lisina	1.15	1.15
Metionina	0.29	0.29

recolección de excretas se realizó diariamente durante cinco días. Las excretas se almacenaron a - 20° C. Posteriormente, se secaron a 60° C y se molieron hasta un tamaño de partícula de 1 mm. Se determinó fósforo total (Pt) y calcio (Ca), según AOAC (2000). El nitrógeno (N) se estimó por el método Kjeldahl (Pierce y Haeniseh 1940, citados por Krisnamoorthg *et al.* 1982) y el fósforo según Herrera *et al.* (1980). Para ello, las muestras se sometieron, previamente, a un proceso de extracción y precipitación del ácido fítico con ácido tricloroacético (TCA) al 10 % y cloruro de hierro (FeCl₃), respectivamente. Se calculó la retención aparente de fósforo a partir de la fórmula siguiente:

$$\text{RAP, \%} = \frac{\text{P ingerido} - \text{P heces}}{\text{P ingerido}} \times 100$$

El análisis económico de los resultados se realizó según los costos del alimento para producir una tonelada de peso vivo. Los precios originales que se utilizaron en las materias primas para el pienso fueron los oficiales de la Empresa Nacional de Pienso de Cuba.

El procesamiento estadístico se realizó según el sistema de cómputo de datos INFOSTAT (2001). En los casos necesarios se docimaron las diferencias entre medias, según Duncan (1955).

Resultados y Discusión

La tabla 2 muestra el comportamiento productivo de los cerdos en ambos tratamientos. La inclusión de la enzima produjo incremento significativo en la ganancia de peso vivo y en la eficiencia de utilización del alimento, lo que pudiera relacionarse con mayor digestibilidad y utilización de la energía, el almidón y el nitrógeno en los alimentos. Esto es posible debido a la ruptura de los enlaces entre los fitatos y las moléculas de estos nutrientes (Veum *et al.* 2002 y Kim y Lei 2005). Estos resultados coinciden con lo

informado por Mroz (2003), quien encontró mejoras similares de estos indicadores en grupos de cerdos suplementados con fosfato dicálcico y fitasa. Acosta *et al.* (2007) informaron comportamiento similar en pollos de ceba al utilizar la enzima fitasa Quantum.

Tabla 2. Comportamiento productivo de cerdos en crecimiento al incluir la fitasa Quantum en la dieta

Indicadores	Control	Dieta Experimental	EE y Sig
Peso inicial (kg)	9.16	9.13	± 0.02
Peso final (kg)	24.96	26.13	± 0.08*
GMD (g/d)	325	348	± 0.01*
Conversión	2.39	2.18	± 0.06*

*P < 0.05

Al introducir la enzima (tabla 1), el contenido de fósforo inorgánico en el alimento se redujo en 42.31 %, sin afectar la disponibilidad del mineral, ya que para la formulación de las dietas se aplicó la matriz nutricional de la enzima. La reducción en la excreción de Pt y Pf (figura 1) con la inclusión de la Quantum coincide con lo informado por Frapin (2003), quien encontró incremento aproximado de 60 % en la biodisponibilidad de este nutriente, con la consecuente reducción en las excretas en dietas con bajos niveles de fósforo inorgánico. Al introducir fitasa, Knowlton y Radcliffe (2004) informaron excreciones de hasta 50 % menos de P, con respecto a lo obtenido con la misma dieta suplementada con fósforo inorgánico.

El contenido de Ca y el N (tabla 3) se redujo significativamente, lo que se relaciona con la mayor solubilidad que les confiere la enzima y con el incremento de la biodisponibilidad de los mismos (Driver *et al.* 2006).

En este sentido, Ferkit *et al.* (2002) también concluyeron que la inclusión de fitasas en la dieta reduce las concentraciones de fósforo y nitrógeno en las excretas. Esto se explica a partir de la transformación del ácido fítico, el cual minimiza sus efectos negativos y mejora la retención de nutrientes (Ca, P y N) y la reducción de la emisión al ambiente.

En la retención aparente del P con respecto al Pt y Pf (figura 2), se produjo aumento significativo al incluir la enzima, lo que indica mayor utilización del mineral. Estos resultados coinciden con lo informado por Plumstead *et al.* (2007), quienes demostraron incremento de la biodisponibilidad del P cuando se emplean fitasas.

La enzima Quantum 2500 D se caracteriza por mayor estabilidad en su actividad a pH bajo, por lo que su acción puede comenzar y mantenerse desde el estómago del animal. Esto garantiza mayor eficiencia en la

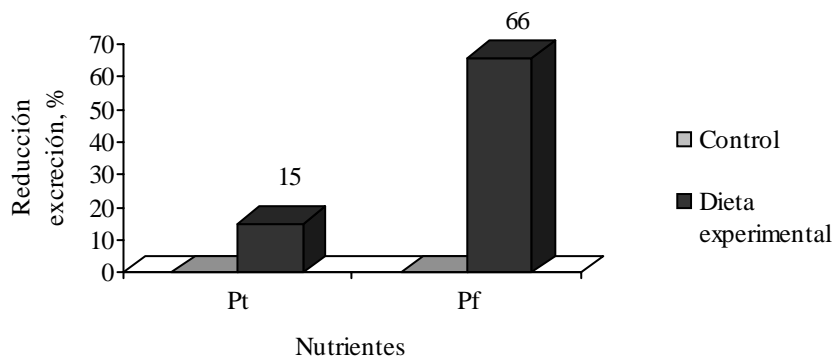


Figura 1. Efecto de la fitasa Quantum en la excreción de fósforo en cerdos en crecimiento

Tabla 3. Excreción de Pt, Pf, Ca y N en cerdos en crecimiento con el empleo de la enzima Quantum

Indicadores	Control	Dieta Experimental	EE y Sig
Excreción, %			
Calcio	1.27	1.18	± 0.02**
Nitrógeno	4.34	4.16	± 0.12*

* P < 0.05

** P < 0.01

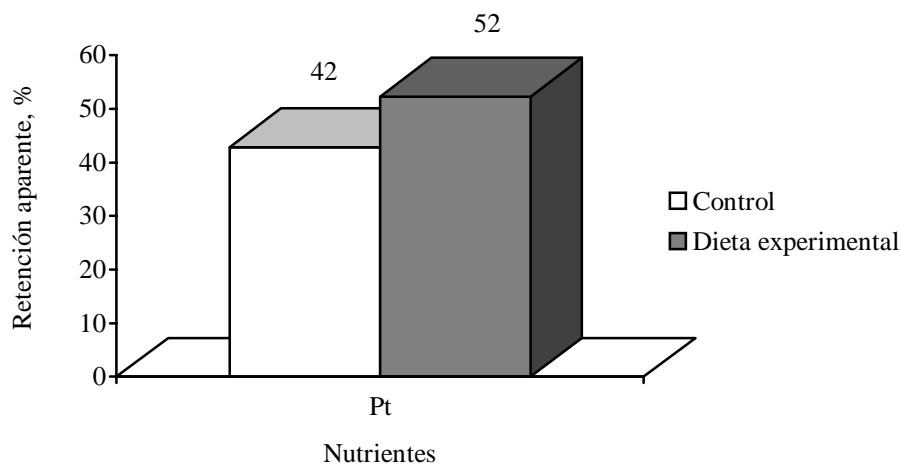


Figura 2. Efecto de una fitasa microbiana (*Pichia pastoris*) en la retención aparente fósforo en cerdos en crecimiento

transformación del ácido fítico (Stahl *et al.* 2004), lo que se manifiesta claramente en los resultados de este estudio.

En relación con los indicadores económicos (tabla 4), se obtuvo marcada ventaja al incluir la enzima fitasa, pues el costo del alimento requerido por tonelada de peso vivo y canal se redujo satisfactoriamente. Esto ocurre por el incremento en la eficiencia de utilización del alimento por parte de los animales y por el ahorro de fosfato dicálcico que propicia la enzima. Este equipara su costo y produce utilidades, al ser el tercer componente más costoso en las formulaciones para cerdos.

Se concluye que la utilización de la enzima fitasa Quantum en la dieta de cerdos en crecimiento permite reducir significativamente la excreción de fósforo al ambiente, sin que se afecte el comportamiento productivo de los animales. Esto representa un beneficio económico importante, al disminuir el costo de la dieta.

Agradecimientos

Se agradece a los trabajadores de las naves de porcino por su participación en el experimento; a los técnicos del departamento de Biomatemática, por el análisis de los

Tabla 4. Efecto económico del empleo de la enzima Quantum en cerdos en crecimiento

Medidas	Control	Dieta experimental	EE ±
Costo alimento/cerdo, USD	19.00	17.83	±0.07***
Costo alimento/t peso vivo, USD	761.22	682.36	±62.56***
Costo alimento/t canal, USD	1136.00	1018.45	±1.18***

*** P < 0.001

resultados; así como a los árbitros, por la revisión del artículo.

Referencias

- Acosta, A., Lon Wo, E., Dieppa, O., Febles, M. & Almeida, M. 2007. Efecto de dos fitasas microbianas procedentes de *Aspergillus ficuum* y *Pichia pastoris* en el metabolismo mineral y comportamiento productivo del pollo de ceba. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 41:49
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Ass. Off. Anal. Chem. 17th Ed. Arlington, Virginia
- Bedford, MR. 2004. Enzymes and enzymes cocktails for enhancing nutrient retention. Multi-State Animal Nutrition Conference Proc. Poult. Sci. 82:1452
- Driver, J.P., Atencio, A., Edwards, H.M. & Pesti, G.M. 2006. Improvements in nitrogen-corrected apparent metabolizable energy of peanut meal in response to phytase supplementation. Poult. Sci. 85:96
- Duncan, D.B. 1955. Multiple ranges and multiple F test. Biometrics 11:1
- Ferkit, D. R., Van Hengton, E. & Van Kempen, A. 2002. Nutritional strategy's to reduce environmental emission from non-ruminants. J. Anim. Sci. 80:168
- Frapin, D. 2003. Comparación de la eficacia y el interés en fitasas de origen vegetal o microbiano en cerdos y aves. Disponible: <http://www.safagri.com/spanish/INFORTEC/CERDOS.htm>. Consultado: 20 de febrero de 2008
- Herrera, R.S., González, S.B., Hardy, C., Pedroso, D.M., García, M., Senra, A., Ríos, C., García, R., Irigoyen, E. & Cuesta, A. 1980. Determinación de fósforo. Análisis químico del pasto. Metodología para las tablas de composición. Ed. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. p. 28
- INFOSTAT 2001. Software estadístico. Manual de usuario. Versión 1. Córdoba, Argentina
- Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 43, Número 2, 2009.
- Kim, T. H. & Lei, X. G. 2005. An improved method for a rapid determination of phytase activity in animal feed. J. Anim. Sci. 83: 1062
- Knowlton, K. F. & Radcliffe, J. S. 2004. Animal management to reduce phosphorus losses to the environment. J. Anim. Sci. 82: 173
- Krisnamoorthg, V., Muscato, T. & van Soest, P. 1982. Nitrogen fraction in select feed stuffs. J. Dairy Sci. 65: 217
- Mroz, Z. 2003. Acidificantes, fitasas y sus interacciones en la alimentación de cerdos y pollos II. Anaporc. Revista de Porcinocultura. 23:34
- National Research Council. 1998. Nutrient Requirements of Swine. 10th Ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- Plumstead, P. W., Romero-Sanchez, H., Maguire, R. O., Genmat, A. G. & Brake, J. 2007. Effects of phosphorous level and phytase in broiler breeder rearing and laying diets of live performance and phosphorous excretion. Poult. Sci. 86: 225
- Pomar, C., Dit Bailleul, P.J. & Rivest, J. 2005. Alimentar mejor los cerdos para proteger el medio ambiente. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Lennoxville, Québec. Disponible: <http://www.irta.es/xarxatem/ALIMENTAR.htm>. Consultado: 22 febrero de 2008
- Stahl, C. H., Roneker, K. R., Pond, W. G. & Lei, X. G. 2004. Effects of combining three fungal phytases with a bacterial phytase on plasma phosphorus status of weanling pigs fed a corn-soy diet. J. Anim. Sci. 82:1725
- Torrallardona, D. 2004. Una aplicación de la alimentación líquida. Reducción del impacto medioambiental. Rev. Mundo Ganadero. p. 162
- Veum, T. L., Ledoux, D. R., Bollinger D. W., Raboy, V. & Cook, A. 2002. Low-phytic acid barley improves calcium and phosphorus utilization and growth performance in growing pigs. J. Anim. Sci. 80:2663

Recibido: 29 de abril de 2008