

Utilización de *enzimas* *en la alimentación del* *ganado porcino*

José Francisco Pérez Hernández.

*Grupo de Investigación en Nutrición, Manejo y Bienestar Animal.
Facultad de Veterinaria.
Universidad Autónoma de Barcelona.*

La utilización de enzimas -proteínas que aceleran o catalizan reacciones químicas de hidrólisis o de síntesis- por el hombre es intensa en numerosos procesos industriales y se remonta largamente en la historia. Este es el caso de la tecnología de fabricación de los alimentos más tradicionales, como el pan, el queso o la cerveza. Sin embargo, su utilización en alimentación animal es mucho más reciente, de una forma destacada en la alimentación de las aves, y en bastante menor intensidad por el momento, en la alimentación del ganado porcino y rumiantes. El trabajo que presentamos ha sido preparado con motivo de las primeras Jornadas sobre Nutrición Porcina Cesfac-Anaporc titulada "Alternativas a los aditivos antibióticos en la nutrición porcina".

En el presente artículo nos planteamos responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Es posible complementar el potencial enzimático del cerdo mediante aportes de enzimas en la ración?

2. ¿Pueden estas estrategias mejorar el valor nutricional del pienso y promover un mayor crecimiento, o una mayor producción en los animales?

3. ¿Pueden los enzimas ejercer un papel relevante en el bienestar digestivo del cerdo?

Actividad digestiva de los animales

La presencia de enzimas es amplia en todos los seres vivos, y se conocen más de 3.000 enzimas localizados tanto en microorganismos como

Cuadro I. Contenidos en energía digestible de diferentes ingredientes en el conejo, cerdo y vaca (FEDNA, 2003).

ED (kcal/kg)	Conejo	Cerdo	Vaca
Cebada	3.100	3.170	3.240
Trigo	3.325	3.350	3.360
Salvado de trigo	2.550	2.720	2.980
Pulpa de remolacha	2.250	2.700	2.900

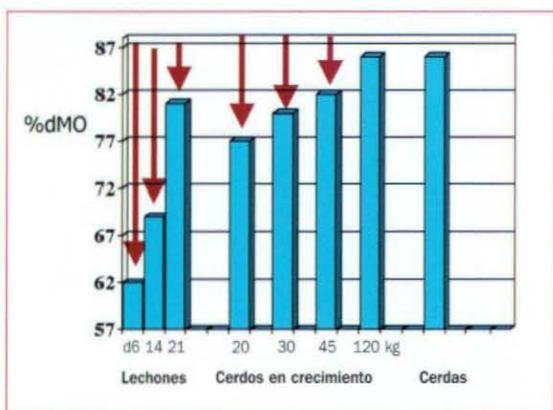


Figura 1: Valores de digestibilidad de la materia orgánica en lechones, cerdos en crecimiento y cerdas adultas (obtenidos en diferentes ensayos experimentales realizados en la UAB).

en seres complejos. En el tracto digestivo de nuestros animales, los enzimas se localizan libres en el contenido digestivo (procedentes de secreciones endógenas), o asociadas a los microorganismos y la superficie de la mucosa intestinal. La digestión es mayoritariamente un proceso enzimático, cuya eficacia en la degradación del alimento depende básicamente de la disponibilidad del enzima adecuado y del tiempo destinado al proceso digestivo.

Entre los enzimas propios del animal, destacan fundamentalmente las actividades α -amilasa, amiloglucosidasa, proteasa y lipasa; mientras que los microorganismos del tracto digestivo proporcionan sistemas enzimáticos más complejos capaces de hidrolizar hidratos de carbono de la pared vegetal, como son los β -glucanos, arabinosilanos, galactanos o galactomananos y pectinas. Con estas herramientas, los rumiantes presentan una mayor eficiencia digestiva que los monogástricos, fundamentalmente cuando consideramos ingredientes con un elevado contenido en fibra (**Cuadro I**).

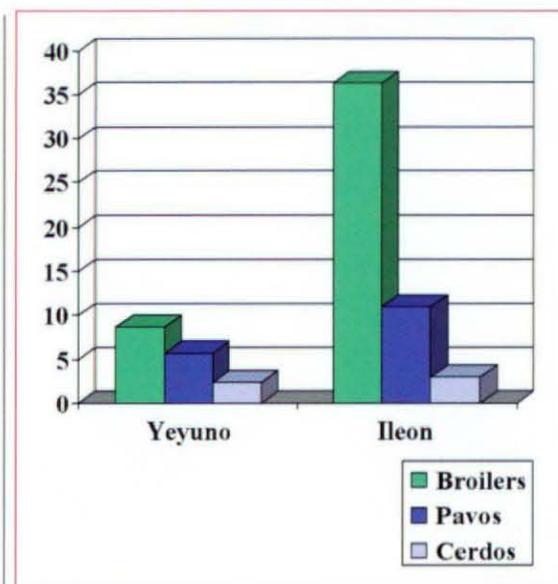


Figura 2: Viscosidad intestinal (mPa.s) en el contenido intestinal de yeyuno e ileon del broiler, pavo y cerdo (adaptado de Danicke et al. 1999).

En el cerdo, la digestibilidad de la energía, proteína y minerales es inferior al 90%, asociado a la resistencia a la digestión de fracciones de la dieta como la fibra vegetal o el fósforo fítico, y puede ser variable con la edad de los animales. Las cerdas adultas son capaces de digerir hasta un 18% de la materia orgánica que no digieren los cerdos en crecimiento (dato asumido por el sistema danés de valoración energética). Los lechones presentan en cambio una actividad digestiva más comprometida por limitaciones enzimáticas y por los desequilibrios microbianos determinados por la propia transición al alimento sólido. Durante este periodo de transición, la digestibilidad de la materia orgánica de las raciones, que necesariamente también son de una mayor calidad y contenido en ingredientes de origen lácteo, puede alcanzar valores inferior-



res al 75% (Figura 1). Entre los componentes que pueden verse comprometidos en su digestión podemos citar el almidón, lo que justifica el interés de limitar su aporte en los animales más jóvenes, o utilizar procesos tecnológicos de fabricación que favorezcan su gelatinización. La incorporación de enzimas que complementen la actividad digestiva propia de los animales, se presenta como una alternativa práctica que merece ser evaluada.

Efectos de los enzimas incorporados en la ración sobre el valor nutritivo del pienso

La incorporación de enzimas en el pienso tiene por objeto complementar el potencial digestivo del animal e incrementar el valor nutritivo de los alimentos. En la actualidad disponemos de una importante batería de

enzimas comerciales procedentes, en su gran mayoría de hongos y en algunos casos de bacterias. Algunos de estos microorganismos han sido modificados genéticamente para incrementar la expresión del enzima deseado. Entre estos enzimas destacan las carbohidrolasas (amilasa, β -glucanasa, xilanas, pectinasa, α -galactosidasa, celulasa, mananasa, etc.), proteasas, fitasas, etc.

Varios son los posibles mecanismos de acción que ejercen los enzimas en el tracto digestivo:

1. Actuando sobre factores antinutritivos que condicionan o limitan la digestión de los nutrientes de la ración. Este es el caso de los β -glucanos y arabinosilanos solubles de la cebada y el trigo que ejercen una actividad antinutritiva en la aves.
2. Actuando sobre estructuras de la composición del alimento que bloquean el acceso de los enzimas al sustrato. Es el caso de las estructuras fibrosas de la pared vegetal

Cuadro II. Algunos resultados productivos (crecimiento e índice de conversión, IC) publicados sobre los efectos de los enzimas (E) incorporados en la ración (C) del ganado porcino.

Autores	Ración base/ (peso de los animales)	Enzimas	Crecimiento	Conversión del alimento
Gill <i>et al.</i> (2000)	Cebada (8-18 kg)	β -glucanasa, arabinoxilanasas	C: 329 g/d E: 350 g/d	C: 1,60 E: 1,53
Gill <i>et al.</i> (2000)	Trigo (8-18 kg)	Xilanasas, amilasa	C: 338 g/d E: 360 g/d	C: 1,53 E: 1,48
Power <i>et al.</i> (1996)	Cebada-Trigo (6-15 kg)	β -glucanasa	C: 201 g/d E: 227 g/d	C: 2,11 E: 1,95
Tacker <i>et al.</i> (1992)	Cebada (22-86 kg)	β -glucanasa, pentosanasas	C: 840 g/d E: 860 g/d	C: 2,53 E: 2,59
Omogbenigun <i>et al.</i> (2004)	Trigo (6-15 kg)	Complejo multienzimático	C: 231 g/d E: 257 g/d	C: 1,78 E: 1,59
Baucells <i>et al.</i> (2000)	Maíz, cebada, soja (43-70 kg)	β -galactosidasas	C: 806 g/d E: 844 g/d	C: 2,61 E: 2,46

(bloqueo físico) o el de la molécula de fitato (bloqueo químico), en su capacidad de bloquear minerales como el P, Ca y Zn.

3. Hidrolizando polímeros que pueden llegar a resistir la digestión en el intestino delgado como puede ser el almidón o proteínas, y liberando nutrientes para su absorción, especialmente en los animales más jóvenes.
4. Condicionando el equilibrio de la microbiota mediante su efecto sobre el perfil de sustratos que son fermentados (reduciendo el sustrato o generando oligosacáridos) o mediante la modificación de las condiciones ambientales de la digesta intestinal.

La aplicación más destacada hasta el momento de los enzimas en la alimentación animal se realiza en las aves, mediante la incorporación de β -glucanasa en la ración que contiene cebada y avena, y xilanasas en la que contiene trigo y/o centeno. Su utilización permite incrementar los límites de incorporación de estos ingredientes y la retención de energía y proteína por los animales, fundamentalmente por las mejoras en la digestibilidad de la grasa. La actividad de estos enzimas permite hidrolizar parcialmente los polisacáridos ramificados y reducir la viscosidad digestiva que compromete la ingestión y digestión de las aves. Por el contrario, el impacto productivo de los enzimas sobre el ganado porcino es menor, y en algunos ensa-

yos experimentales se cuestiona la existencia de mejoras significativas (**Figura 2**).

Las diferentes respuestas entre las aves y el ganado porcino se justifican fundamentalmente por diferencias en la fisiología digestiva:

- El tiempo de retención de la digesta es menor en las aves.
- El contenido en agua de la digesta es también menor en las aves, y la viscosidad digestiva se incrementa exponencialmente con la concentración en polisacáridos no amiláceos viscosos (Danicke *et al.*, 1999).
- La participación microbiana en la digestión de las aves es menor, siendo menor también su capacidad para compensar descensos en la digestión. Como consecuencia, la digestibilidad de la ración es menor y está más comprometida en las aves que en el cerdo.

La información recogida en los ensayos experimentales con el porcino presenta una menor consistencia. A los motivos citados anteriormente, se añade la dificultad de evidenciar diferencias en ensayos que disponen de un número reducido de animales, y expuestos a una apreciable variabilidad. Con frecuencia las mejoras en la digestibilidad de los nutrientes son limitadas, mientras que son mucho más evidentes las mejoras en la ganancia de peso de los animales, asociadas a incrementos en el consumo de pienso, factores que inciden en el coste de producción (**Cuadro II**).

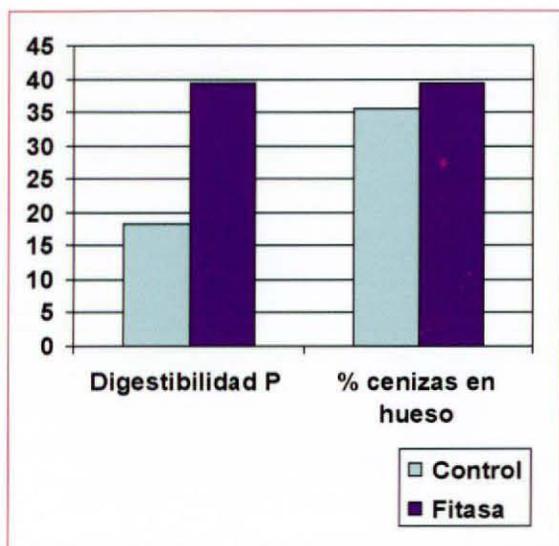


Figura 3. Efecto de la incorporación de una fitasa comercial en una ración sin fósforo mineral sobre la digestibilidad aparente del fósforo y el porcentaje de cenizas en el hueso de cerdos en crecimiento (Rodríguez, C., 2005).

Más evidentes son las mejoras observadas tras la incorporación de fitasa sobre la digestibilidad y retención del fósforo de origen vegetal. Su incorporación en el pienso permite reducir los aportes necesarios de fósforo de origen mineral, así como la excreción de fósforo en las heces. En consecuencia, la incorporación de fitasa tiene un impacto medioambiental, si bien existen también ensayos experimentales en los que se han descrito mejoras significativas en la producción y en la digestibilidad de algunos aminoácidos esenciales (**Figura 3**).

Enzimas y bienestar intestinal

En los últimos años se han incrementado notablemente los estudios que confirman una relación estrecha entre las características de composición del pienso consumido y el bienestar intestinal (Pluske *et al.*, 1998). Infecciones experimentales realizadas en Australia, sugieren que el contenido de la ración en polisacáridos fácilmente fermentables (PNA solubles, almidón resistente), reduce el valor energético del pienso y puede influir en la incidencia de Colibacilosis y Disentería. La inclusión de enzimas que

hidrolizan estos sustratos, permite reducir la viscosidad y promover mejoras productivas. Sin embargo, los mismos autores no confirman la capacidad de los mismos para reducir el riesgo de sufrir Disentería Porcina o Colibacilosis tras una infección experimental (Durmic *et al.* 1997, Hopwood *et al.*, 2004). Es posible que la actividad enzimática hidrolíse parcialmente los polisacáridos y modifique los parámetros físico-químicos de la digesta, si bien no elimine la capacidad de los microorganismos patógenos para prosperar apoyándose en la utilización de sustratos fermentables. No obstante, existen numerosas incertidumbres sobre la representatividad práctica de estos ensayos y sobre el potencial práctico de la incorporación de enzimas en el equilibrio de la microbiota y la salud intestinal del cerdo.

En conclusión, la digestibilidad de la materia orgánica y de los minerales de la ración es susceptible de ser mejorada en el cerdo, fundamentalmente en los animales más jóvenes. La disponibilidad de enzimas comerciales a precios competitivos puede plantearse como una herramienta de mejora del valor nutritivo del pienso y de los resultados productivos de los animales.

Referencias bibliográficas

- Fedna (2003). Tablas Fedna de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos (2ª ed).
- Le Goff, G. y Noblet, J.(2001). *J. Anim. Sci.* 79 :2418-2427.
- Danicke, S., Dusel, G., Jeroch, H, Kluge, H. 1999. *Agribiol Res.* 52, 1-24.
- Gill, B.P, Mellange, J. and Rooke, J.A. 2000. *Anim. Sci.* 70: 107-118.
- Power, R., de Koning, W. and Fremant, D. 1996. *Anim. Sci.* 62, 662-663.
- Thacker, P.A., Campbell, G.L. and GrootWassink, J.W.D. 1992. *Can. J Anim. Sci.* 72: 117-125.
- Omogbenigun, FO, Nyachoti, CM, Slominski, BA, 2004. *J. Anim. Sci* 82, 1053-1061.
- Baucells, F, Pérez, J.F, Morales, J. y Gasa, J. 2000. *Anim Sci* 71, 157-164.
- Rodríguez, C (2005). Tesis Master UAB 1 Abril de 2005.
- Pluske, J.R., Durmic, Z., Pethick, D.W., Mullan, B.P. and Hampson, D.J. 1998 *J. Nutr.* 128, 1737-1744.
- Durmic, Z., Pethick, D.W., Mullan, B.P., Schulze, H., and Hampson, D.J. 1997. In: Cranwell, P.D.(Ed) *Manipulating Pig Production*, pp 180.
- Hopwood, DE, Pethick, DW, Pluske, JR, Hampson, DJ. 2004. *Br J Nutr.*92(3):419-27.