

ENZIMAS LIBERADORAS DE ENERGÍA: UNA HERRAMIENTA PARA REDUCIR COSTOS

JEFFERSON LUIZ LECZNIESKI, MSC.

DSM Nutritional Products Brasil
Jefferson.lecznieski@dsm.com

¿Aceite para piensos o para combustible?

El coste de la energía en las formulaciones para avicultura y porcino sufrirá un incremento significativo en los próximos años. Según un informe del Rabobank Internacional, el consumo de aceite vegetal procedente de la soja y otras plantas tendrá un crecimiento récord del 27 % hasta el 2010, como resultado de las demandas de las industrias alimentarias y de biocombustibles. De acuerdo a las proyecciones, el uso de este tipo de aceites alcanzará las 121 millones de toneladas en el año 2010. Los precios récord del petróleo y las legislaciones ambientales cada vez más estrictas, que limitan el uso de los combustibles fósiles, estimulan la demanda de biocombustibles. Éste será el mayor incremento de todos los tiempos en la demanda de aceites vegetales en un periodo tan corto.

Así, ésta es la gran oportunidad para el uso de enzimas que permitan una mejor utilización de la energía de la dieta.

Almidón: conociendo mejor el sustrato

El uso de enzimas que mejoren la utilización de almidón ha sido objeto recientemente de múltiples estudios con dietas basadas en maíz y sorgo para avicultura y porcino.

A diferencia de los mamíferos, las aves tienen una muy pobre habilidad para utilizar el almidón a través de degradación microbiana en la porción distal del tracto digestivo—Carré,

2004—. Según el mismo autor y Tester y col. —2004—, tres enzimas están involucradas en la digestión del almidón: la alfa-amilasa, la maltasa y la isomaltasa. La alfa-amilasa pancreática es la responsable de la mayor parte de la hidrólisis en el duodeno.

En su estado natural —sin procesar—, el almidón se almacena como gránulos —en el endospermo de los granos—, con variadas formas y tamaños. Estos granos contienen dos diferentes polímeros de glucosa: amilosa y amilopectina. La amilosa es un polímero casi lineal formado por 4 a 100 unidades de glucosa, con 9 a 20 ramificaciones, ligadas con enlaces alfa-1,4 —Oates, 1997, citado por Weurding, 2002.

Por otro lado, la amilopectina es un polímero altamente ramificado y sus moléculas de glucosa están unidas por enlaces alfa-1,6, formadas por más de 20 unidades de glucosa —Weurding, 2002—. Según este autor, el almidón está formado exclusivamente por enlaces alfa 1-4, y alfa 1-6, por lo que es fácilmente digerido por las enzimas animales. Las moléculas de glucosa, por otro lado, también componen la celulosa, pero allí están unidas por enlaces beta y la digestión enzimática no accede a ellas en el intestino delgado de los animales monogástricos.

Tabla 1. Clasificación de los vegetales de acuerdo a la cantidad de amilosa y la digestibilidad del almidón

Cantidad de amilosa	Fuente	Amilosa %	Digestibilidad del almidón
Alta	Legumbres	33	Baja
Intermedia	Cereales*	25	Media
Baja	Tubérculos	17 al 20	Alta

* El arroz es una excepción: aunque es un cereal, contiene el 17 % de amilosa.

Sección patrocinada por



Weurding - 2002 - ha clasificado las fuentes convencionales de almidón en tres categorías, basadas en la cantidad de amilosa: alta, intermedia y baja (Tabla 1)

De acuerdo al autor, éstas son algunas de las razones por las que los almidones con altas cantidades de amilosa tienen baja digestibilidad:

1. La molécula de amilosa es pequeña —comparada con la amilopectina, que es mucho más grande— y, consecuentemente, tiene una menor superficie para la acción enzimática.
2. Los enlaces de puentes de hidrógeno de la amilosa la hacen menos susceptible a la acción de la amilasa.
3. La amilosa forma muy fácilmente complejos con otros compuestos, especialmente con lípidos —ácidos grasos—, dificultando la actividad enzimática. Sin embargo, no se ha informado sobre la formación de estos complejos con amilopectina.

El porcentaje de amilosa en fuentes convencionales de almidón es entre un 17 y 33 %, pero los granos genéticamente modificados como maíz, arroz, sorgo o cebada pueden tener diferentes niveles. El maíz céreo,

por ejemplo, que tiene usos industriales específicos, tiene un máximo de 1% de amilosa (Tabla 2).

Cuando el almidón se somete a tratamiento térmico, existe una relación directa entre la cantidad de amilosa y la formación de almidones resistentes, un proceso conocido como retrogradación. Usando la digestión *in vivo*, Sievert y Pomeranz —1989— encontraron una correlación positiva entre el nivel de amilosa y la formación de almidón resistente. (Tabla 2).

Según Newcombe —1999—, la formación de almidón retrógrado, así como la presencia de gránulos grandes de almidón, conduce a la digestión incompleta de éste en el intestino delgado. Como consecuencia, se fermenta una fracción significativa del almidón en el íleon terminal y en el ciego, con bajo aprovechamiento de la energía por parte del ave.

Almidón: la principal fuente de energía en piensos de Brasil

En las dietas basadas en maíz y soja para broilers, el maíz contribuye aproximadamente con un 70 % a la energía final.

Tabla 2. Contenido de amilosa y producción de almidones resistentes después de la digestión *in vivo* de diferentes fuentes de almidón (*)

Fuente de almidón	Contenido en amilasa, %	Almidón resistente, % de MS
Maíz-amilo VII	70	21,3
Maíz-amilo V	53	17,8
Guisantes	33	10,5
Trigo	25	7,8
Maíz regular	26	7,0
Patatas	20	4,4
Maíz céreo	< 1	2,5

(*) Sievert y Pomeranz, 1989

Tabla 3. Valores de energía del maíz —Kcal—, recopilados por EMBRAPA/CNPSA (*)

Tipo de animales	N	Mínimo	Máximo	Diferencia
Aves:				
Energía metabolizable aparente	23	3.045	3.407	362
Energía metabolizable verdadera	5	3.440	3.820	380
Cerdos:				
Energía digestible	21	3.211	3.567	356
Energía metabolizable	28	2.952	3.937	985

(*) Lima (APINCO, 2005)

De acuerdo a Yu y Chung —2004—, la mayor causa de la variación de la energía metabolizable —EM— en el maíz usado para las aves es la diferente digestibilidad del almidón.

Durante años, el Centro Nacional de Investigación para Porcicultura y Avicultura —CNPSA— del EMBRAPA —Compañía Brasileña de Investigación Agropecuaria—, situado en Concordia, llevó a cabo diferentes experimentos para determinar la producción de energía procedente del maíz en diferentes áreas de Brasil que se utiliza para aves y cerdos. Los resultados obtenidos muestran una gran variabilidad, debido no sólo a los diferentes tipos de maíz existentes, sino a la diferente composición de éstos (Tabla 3).

Según Newcombe —1999— la variabilidad en la calidad del maíz puede deberse a factores genéticos, así como al tipo de almidón, a factores climáticos durante el crecimiento y la co-

secha, así como el proceso de secado de los granos.

Según Cowieson —2005—, el contenido de energía del maíz usado en el pienso para las aves es afectado por variaciones en los inhibidores de amilasa como ácido fítico, almidón resistente y otros factores antinutricionales.

Englyst y col. —1992— sugirieron la siguiente clasificación del almidón, basado en su digestibilidad:

- Almidón de rápida digestibilidad
- Almidón de digestibilidad lenta
- Almidón resistente

Al trabajar con diferentes niveles de inclusión de almidón de lenta digestibilidad, Weurding —2002— encontró efectos significativos en los parámetros productivos de los broilers. En este estudio el autor utilizó mandioca y maíz regular para alimentar un grupo con bajo nivel de inclusión de almidón de digestibilidad lenta. Usó maíz céreo, guisantes y sorgo para alimentar el grupo con alto nivel de inclusión de almidón de digestibilidad lenta. El autor concluye que altos niveles de inclusión de almidón de digestibilidad lenta son beneficiosos para los broilers (Tabla 4).

En una revisión de los diferentes tipos de almidón resistente —AR—, Cowieson —2005— afirma que pueden subdividirse en tres subcategorías.

- AR 1, que no se digiere debido a la asociación o encapsulación de la matriz alimenticia con otros compuestos, como carbohidratos o proteínas.
- AR 2, que no se digiere debido a la estructura de los gránulos y su conformación.
- AR 3, asociado con los efectos del proceso del almidón, como la gelatinización resultante de la acción térmica y la formación de puentes de hidrógeno.

Tester y col. —2004— sugieren una cuarta clasificación (AR4) que incluye la formación de un nuevo enlace químico, enlace cruzado, esterificación y eterificación, a diferencia de los ya conocidos alfa-1,4 y alfa 1,6.

Después que el pienso deja la molleja, el alimento en digestión está sujeto a la acción enzimática en el intestino delgado. Las dietas con almidón de digestión rápida se digieren en la parte alta del intestino delgado

y las que tienen almidón de digestión lenta lo hacen en la parte baja del intestino delgado. El almidón resistente sufrirá una fermentación en la parte baja. Weurding —2002— afirma que el broiler no utiliza la mayoría de los almidones resistentes.

Según Zanella —1999—, la digestibilidad ileal del almidón en aves de 37 días es del 87% en dietas en base a maíz y soja. Cifras similares obtuvieron Noy & Sklan —1995—, y estos autores concluyeron que la digestibilidad del almidón de maíz en la parte baja del íleon puede ser menor del 85 %.

Con dos niveles de un compuesto enzimático basado en alfa-amilasa, Bertechini y col. —2006— observaron un efecto significativo en los resultados de broilers que comieron pienso —control negativo— con una reducción de 70 kcal (Tabla 5).

Procesar el pienso granulado, expandido y extruído, con la temperatura y humedad adecuada mejora la digestibilidad del almidón en los ingredientes, favoreciendo la acción de

Tabla 4. Efecto de la inclusión de almidón de digestibilidad lenta en los parámetros productivos de 500 broilers hembra Cobb, de 0 a 38 días de edad

Periodo	Parámetro	Alta inclusión	Baja inclusión	Prob.
0 - 15 días	Peso, g	434	406	<0.01
	Consumo	577	568	0.62
	Índice de conversión	1,464	1,555	0.02
15 - 31 días	Peso, g	926	862	<0.01
	Consumo	1578	1528	0.04
	Índice de conversión	1,703	1,772	<0.01
0 - 38 días	Peso, g	1823	1729	<0.01
	Consumo	3093	3002	0.07
	Índice de conversión	1,734	1,777	0.01

(*) Lima (APINCO, 205)

Tabla 5. Efecto del uso de enzimas en la ganancia de peso (WG), conversión alimenticia (FCR) y en la energía metabolizable aparente (AME) de broilers de ambos sexos, de 1 a 42 días de edad (*)

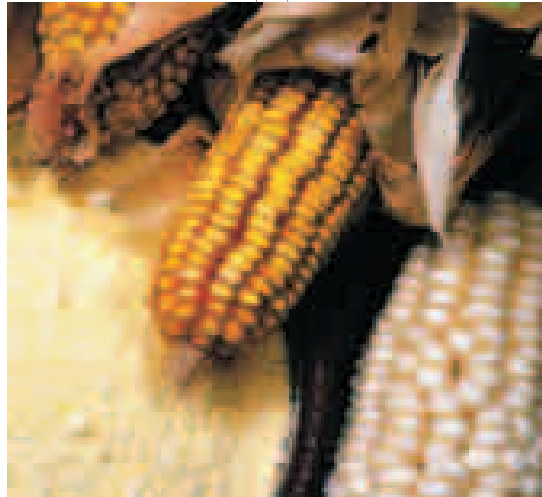
	WG (g)	FCR	AME (kcal)
Control Positivo (CP)	2544 b	1,761 a	3151
Control Negativo (CN)	2460 c	1,891 b	3080
CN + 300g Enzima*	2649 a	1,789 a	3114
CN + 400g Enzima *	2646 a	1,773 a	3196

* Alfa-amilasa + beta-glucanasa

(P < 0.05)

(*) Bertechini y col., 2006.

las enzimas endógenas animales. Debido a variaciones que pueden ocurrir en el proceso, sin embargo, como una excesiva temperatura, un bajo nivel de humedad o una baja adición de vapor, por ejemplo, puede formarse almidón retrógrado que tendrá un efecto negativo en los animales. Además, como las enzimas son proteínas termo sensibles sólo pueden utilizarse productos de probada termo-estabilidad.



Conclusión

- Como la energía es el nutriente más costoso de las formulaciones del pienso, el uso de enzimas liberadoras de energía es una vía técnicamente efectiva de reducir los costos de formulación, sin interferir en el rendimiento del animal.
- Los almidones de diferentes especies tienen diferentes tasas de digestión.
- El nutrólogo debe tener un buen conocimiento sobre el sustrato utilizado en las dietas y tomarlo en consideración al escoger las enzimas.
- Existen diferentes enzimas y mezclas de ellas de similares características, pero con diferente actividad enzimática y eficacia. Así, cada compañía deberá evaluar los productos disponibles para utilizarlos en sus condiciones.

Bibliografía

Bertechini, A.G. et al. 2006. Energy releasing effect of an alpha amylase-beta glucanase blend in all vegetable corn soy diets for broiler. 95th Annual Meeting Poultry Science Association, V.85, Abstracts.

Carré, B. 2004. Causes for variation in digestibility of starch among feedstuffs. World's Poultry Science Journal, Vol.60, March 2004.

Choct, M. 2006. Enzymes for the feed industry: past, present and future. World's Poultry Science Journal, Vol.62, March 2006.

Cowieson, A. J. 2005. Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. Animal Feed Science and Technology 119 (2005) 293-305.

Englyst, H.; Kigman, S. 1992. European Journal of Clinical Nutrition, 46:S33-35.

Lima, G. 2005. Qualidade nutricional do milho: Padrões e valorização econômica. Conferência APINCO 2005.

Newcombe, M.; Wyatt, C.; Bedford, M. 1999. Corn variability - a factor in bird performance? ASA Technical bulletin Vol. AN24

Noy, Y; Sklan, D. 1995. Digestion and absorption in the young chick. Poultry Science 74:366-373.

Tester, R.F. et al, 2004. Starch structure and digestibility enzyme substrate relationship. World's Poultry Science Journal. Vol.60, 186-195.

Weurding, R.E. 2002. Kinetics of starch digestion and performance of broiler chickens. PhD Thesis, Wageningen Institute of Animal Science, Wageningen University, The Netherlands.

Yu, B.; Chung, T.K. 2004. Journal Applied Poultry Research, 13: 178-182

Zanella I.; Sakomura, N.K. 1999. Effect of enzyme supplementation of broilers diets based on corn and soybean. Poultry Science, 78: 561-568. ●

AGRENER

Tel: 93 820 04 20 agrener@agrener.com
 Fax: 93 820 08 03 www.agrener.com

Proyectos "llave en mano" de granjas de broilers
de hasta 25 mts de ancho

NAVE

ALIMENTACIÓN

VENT. TRANSVERSAL
Y TRANSVERSAL + TÚNEL